

Benjamin Törnqvist

**PAIKOITUSTILA- JA UIMA-ALLASRAKENNUSTEN LVI-SUUN-
NITTELU**

PAIKOITUSTILA- JA UIMA-ALLASRAKENNUSTEN LVI-SUUN- NITTELU

Benjamin Törnqvist
Opinnäytetyö
Syksy 2017
Talotekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma

Tekijä: Benjamin Törnqvist
Opinnäytetyön nimi: Paikoitustila- ja uima-allasrakennusten LVI-suunnittelu
Työn ohjaajat: Rauno Holopainen, Mikko Niskala
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2017
Sivumäärä: 63 + 11 liitettä

Opinnäytetyössä laadittiin LVI-suunnitelmat vanhaan Snellmanin makkaratehtaaseen, johon rakennetaan uusia asuinrakennuksia, toimistotaloja, uima-allasrakennus sekä kellariin parkkihalli. Kortteli sijaitsee Pietarsaassa, kaupunginosa on Skata. Työn tavoitteena oli suunnitella toimiva ja hyvä Ilmanvaihto uima-allasrakennukseen ja parkkihalliin sekä sadevesijärjestelmä koko kortteliin.

Suunnittelussa ja verkostojen mallintamisessa käytettiin MagiCAD-ohjelmaa. Työssä mitoitettiin ja valittiin sopivat sadevesiivästyssäiliöt, energiatehokkaat ilmanvaihtokoneet uima-allasrakennukseen ja parkkihalliin. Lisäksi laskettiin tarvittavat ilmapirrat sekä sadevesiviemäreiden koot. Kaikki piirustukset tulee olla valmiina lokakuun 2017 loppuun mennessä.

Työssä mitoitettiin energiatehokkaat LVI-järjestelmät rakennusten tiloihin. Ilmanvaihto suunniteltiin kolmelle IV-koneelle, joista yksi palvelee parkkihallia ja kaksi uima-allasrakennusta. Työssä tutkittiin laskennallisesti uima-altaan peittämisen vaikutus käyttöajan ulkopuolella veden haihtumiseen.

Asiasanat: paikoitustila, uima-allas, haihtuminen, ilmanvaihto, savunpoisto ja LVI-suunnitelmat

SAMMANFATTNING

Uleåborgs yrkeshögskola
Studieprogrammet för husteknik

Författare: Benjamin Törnqvist
Lärdomsprovets titel: VVS-planering av parkeringshall och simbassängsbyggnad
Arbetets handledare: Rauno Holopainen, Mikko Niskala
Läsåret då arbetet är klart: Hösten 2017
Antal sidor: 63 + 11 bilagor

I lärdomsprovet görs VVS-planering i Snellmans gamla korvfabrik. På området kommer det att byggas nya bostadsbyggnader, kontorsbyggnader, en liten simbassängsbyggnad samt en parkeringsgrotta i källaren. Kvarteret ligger i Jakobstad, i stadsdelen Skata. Målet med arbetet är att planera ett funktionellt och bra ventilationssystem till simbassängsbyggnaden samt till parkeringshallen och dessutom att planera hela kvarterets regnvattensystem.

Som huvudprogram till planeringen användes MagiCAD. I arbetet dimensionerades passliga regnvattenfördröjningstankar, energieffektiva ventilationsmaskiner till både simbassängsbyggnaden samt till parkeringsgrottan. Dessutom räknades behovet av ventilationsmängden samt dimensioner på regnvattensystemets avloppsrör. Alla ritningar skall vara klara i oktober 2017.

I arbetet blev det dimensionerat och ritat energieffektiva VVS-planeringar. Ventilationen planerades med tre ventilationsmaskiner, en till parkeringsgrottan och två till simbassängsbyggnaden. I arbetet märktes det hur stor skillnaden är på vattnets avdunstning om simbassängen är täckt eller otäckt, när den inte används.

Nyckelord: parkeringsutrymme, simbassäng, avdunstning, ventilation, rökventilation och VVS-system

ALKULAUSE

Haluan kiittää työn tilaajaa Bravida Suomi Oy:tä ja heidän yhteistyöhenkilöään Börje Häggblomia sekä myös Patrik Vikströmiä hyvästä yhteistyöstä ja kaikesta avusta, mitä olen työn aikana saanut. Lisäksi haluan kiittää opinnäytetyön ohjaajat Rauno Holopaista ja Mikko Niskalasta sekä suomen kielen opettajaa Pirjo Partasta saamastani avusta raportin kirjoittamiseen.

Luodossa 1.10.2017

Benjamin Törnqvist

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SAMMANFATTNING	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
1 JOHDANTO	8
2 PAIKOITUSTILOJEN ILMANVAIHTO	9
2.1 Ilmavirtojen säätö	9
2.2 Ilmavirrat	10
2.3 Tilailmastoinnin toteutusvaihtoehdot	10
2.3.1 Kanavointi ja hajottajat	10
2.3.2 Suutinkanavajärjestelmä	11
2.3.3 Suuntapainepuhaltimet	11
3 PARKKIHALLIN IV-SUUNNITTELU	13
3.1 Ilmavirrat	13
3.2 Kanavoinnit	14
3.3 IV-kone	15
4 SAVUNPOISTOSUUNNITTELU PAIKOITUSTILASSA	16
4.1 Yleiset määräykset ja ohjeet	16
4.2 Suojaustason 2 savunpoiston mitoitus	16
4.2.1 Savunpoistoluukkujen mitoitus	17
4.2.2 Savunpoistopuhaltimien mitoitus	18
4.3 Savunpoistopuhaltimet	20
4.4 Savunpoiston korvausilma sekä toiminta	21
5 UIMAHALLIEN ILMANVAIHTO	22
5.1 Määräykset ja ohjeet	22
5.2 Mitoitusperusteet	23
5.3 Allastilan lämpötila	23
6 UIMA-ALLASRAKENNUKSEN IV-SUUNNITTELU	24
6.1 Uima-allastilan ilmanvaihtosuunnittelu	24
6.1.1 Haihtuvan veden laskenta	24
6.1.2 Ilmavirran mitoitus	28

6.1.3 Uima-allastilan tarvittavat ilmavirrat	28
6.1.4 Haihtumisen aiheuttama jäähdytysteho	31
6.1.5 Kanavointi	32
6.1.6 Päätelaitteet	32
6.2 Uima-allasrakennuksen ilmanvaihtosuunnittelu	33
6.3 IV-koneet	34
6.3.1 Uima-allastilan IV-kone	34
6.3.2 Uima-allasrakennuksen IV-kone	34
7 KORTTELIN SADEVESIJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU	36
7.1 Mitoitusperiaatteet	36
7.2 Mitoitusesimerkki	37
7.3 Viivästyssäiliöiden mitoitus	39
7.4 Sadevesikaivot	40
8 ASUINRAKENNUKSIEN LVI-SUUNNITTELU	43
8.1 Vesi- ja viemärisuunnittelu	45
8.1.1 Vesijohtojen mitoitus	45
8.1.2 Viemärijohtojen mitoitus	49
8.2 Lämmityssuunnittelu	51
8.2.1 Lämpöhäviöiden laskenta	51
8.2.2 Lattialämmityksen syöttöjohtojen mitoitus	53
8.3 Ilmanvaihtosuunnittelu	55
9 YHTEENVETO	58
LÄHTEET	60
LIITTEET	63

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on tehdä LVI-suunnitelmat Snellmanin vanhaan makkaratehtaaseen, joka remontoidaan ja jonne rakennetaan uusia asuntoja, uima-alusrakennus, toimistotilat sekä parkkipaikoitustila. Työn tilaaja on Bravida Suomi Oy ja tilaajan yhdyshenkilö on Bravidan LVI-osaston johtaja Börje Häggblom.

Koko kortteli rakennetaan kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa rakennetaan talot A, B, ja C, jotka ovat kaksikerroksisia asuinrakennuksia, yhteensä 24 asuntoa. Lisäksi samassa vaiheessa rakennetaan parkkihalli (44 autopaikkaa) kellarikerrokseen sekä uima-allasosaston rakennus, johon tulee pieni uima-allas, kuntosali, sauna, pukuhuone, WC-tila, suihkutila ja kokoontumishuone. Toisessa vaiheessa rakennetaan loput asuinrakennukset, muutamat toimistotilat ja mahdollisesti jotakin muita tiloja, mutta lopullisia suunnitelmia toiseen vaiheeseen ei ole vielä tehty. Tämä opinnäytetyö koskee ainoastaan ensimmäisen vaiheen osaa.

Työn tavoitteena oli suunnitella tilojen ilmanvaihtojärjestelmät ja ottaa huomioon erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja uima-allasosaston rakennuksessa. Lisäksi työhön kuuluu kellarikerroksen ilmanvaihto- ja viemärisuunnittelu sekä koko korttelin sadevesijärjestelmän suunnittelu. Haasteina uima-allastilan ilmanvaihtosuunnittelussa on kosteuden ja lämpötilan hallinta. Myös parkkihallin ilmanvaihto ja savunpoisto suunnitellaan tässä työssä. Työssä on lisäksi esitelty esimerkkinä yhden asunnon LVI-suunnitelma.

2 PAIKOITUSTILOJEN ILMANVAIHTO

Tässä luvussa käsitellään parkkihallin pysäköintitilojen (yli 60 m²) ilmanvaihdon viranomaismääräyksiä ja toteutusperiaatteita. Ilmanvaihto tällaisissa tiloissa suunnitellaan siten, etteivät ilman epäpuhtaudet aiheuta terveydellistä haittaa tilojen käyttäjille (1, liite 2).

Suomen rakentamismääräyskokoelman liitteessä 2 on moottoriajoneuvosuojien ilmanvaihto-ohjeet. Ohjeita sovelletaan pääasiassa paikoitukseen tarkoitettuihin moottoriajoneuvosuojaan. Ohjeita ei voida suoraan soveltaa suojiin, joiden yhteydessä on huolto- ja korjaustiloja, lastaus- ja linja-autoterminaaleja tai muita tiloja, joissa työskennellään jatkuvasti. (1, liite 2.)

2.1 Ilmavirtojen säätö

Moottoriajoneuvosuojien ilmanvaihtoa pitää pystyä tehostamaan, mikäli autojen syntyminen on mahdollista esim. pysäköintimaksu- tai liikennejärjestelyjen takia. Ongelma voidaan ratkaista sijoittamalla lisäpoistoja ruuhkakohtiin ja poistoja ohjataan epäpuhtauspitoisuuden (esimerkiksi CO-pitoisuus) mukaan. Jos moottoriajoneuvosuojien yhteydessä on muu rakennus, ilmanvaihto järjestetään siten, että tila on alipaineinen muihin tiloihin nähden. (1, liite 2.)

Jos ilmanvaihtoa ohjataan epäpuhtauspitoisuuden mukaan, voidaan moottoriajoneuvosuojan ilmanvaihtoa vähentää käyttöajan ulkopuolella, mutta se vaatii erillisen hälytysjärjestelmän. Jos esimerkiksi CO-pitoisuudelle on asetettu raja-arvoksi 50 ppm ja yhden anturin kohdalla se ylittyy, ilmanvaihto käynnistyy täydelle teholle. Sen sijaan hälytys tapahtuu, kun epäpuhtauspitoisuus ylittää asetetun raja-arvon, esim. CO-pitoisuus 70 ppm. Tilaan asennetaan vähintään 3 kappaletta ohjaus- ja hälytysantureita kullekin tasolle, yleensä ajoluiskien ja ajoreittien läheisyyteen. Anturit asennetaan yleensä noin 1,7 m:n korkeudelle. (1, liite 2.)

2.2 Ilmavirrat

Koneellisen ilmanvaihdon poistoilmavirta suunnitellaan tapauskohtaisesti jonkin seuraavan vaihtoehdon mukaisesti:

- tiloissa, jossa vuorokauden vilkkaimman 8 tunnin jakson aikana tapahtuu yksi ajo autopaikkaa kohden, esim. asuintalojen paikoitustilat, $q_{v,poisto} = 0,9 \text{ dm}^3/(\text{sm}^2)$
- tiloissa, joissa ajoja on vastaavasti 2 - 4 kertaa, esim. toimisto- ja virastotilojen henkilökunnan paikoitustilat $q_{v,poisto} = 2,7 \text{ dm}^3/(\text{sm}^2)$
- tiloissa, joissa ajoja on vastaavasti useampia kuin 4, esim. varsinaiset paikoitustalot sekä toimisto-, virasto- ja liikeyritysten asiakaspaikoitustilat $q_{v,poisto} = n * 0,9 \text{ dm}^3/(\text{sm}^2)$, ja ajojen lukumäärä $n \geq 4$.

Esim. jos ajoja ovat vuorokauden vilkkaimman 8 tunnin jakson aikana 5 kappaletta autopaikkaa kohden, lasketaan ilmavirta seuraavasti: $5 * 0,9 \text{ dm}^3/(\text{sm}^2) = 4,5 \text{ dm}^3/(\text{sm}^2)$. (1, liite 2.)

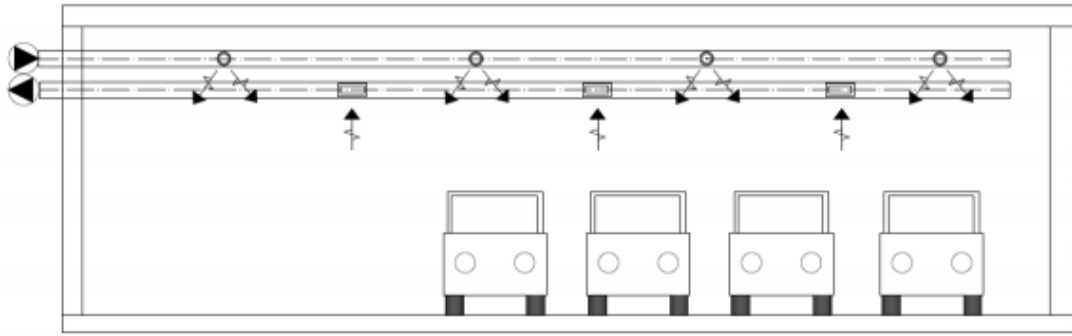
2.3 Tilailmastoinnin toteutusvaihtoehdot

Riittävän ilman vaihtuvuuden saamiseksi ilmanvaihto suunnitellaan yleensä sekoitusperiaatteella paikoitustiloihin. Toisaalta pienissä paikoitustiloissa ei kannata aina suunnitella niin. Käytössä on kolmea erilaista vaihtoehtoja:

- kanavointi ja hajottajat
- suutinkanavajärjestelmä
- suuntapaine puhaltimet. (2, s. 532.)

2.3.1 Kanavointi ja hajottajat

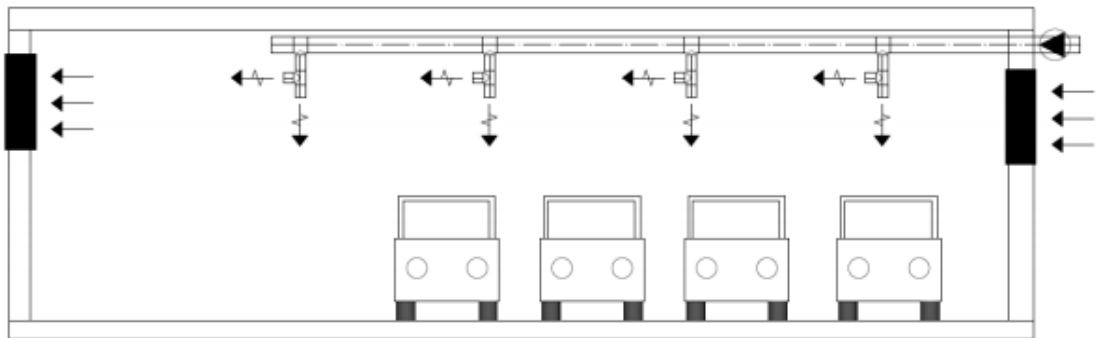
Pienet ajoneuvojen paikoitustilat on yleensä suunniteltu käyttämällä tulo- ja poistoilman päätelaitteita (2, s. 532). Tässä työssä on käytetty tätä periaatetta. Tällöin ilma on mahdollista saada vaihtumaan paikoitustilan kaikissa tiloissa. Kuvassa 1 on esitetty ilmanvaihdon periaatekuva.



KUVA 1 Ilmanvaihdon periaate käyttäen tulo- ja poistoilmakanavistoa

2.3.2 Suutinkanavajärjestelmä

Suutinkanavajärjestelmä on ehkä eniten käytetty ajoneuvojen paikoitustiloissa Suomessa. Se tunnetaan tuotenimellä Dirivent-järjestelmä. Tuloilma puhalletaan tilaan pienillä ilmavirroilla hallin toisesta päästä ja toisesta päästä poistetaan. Erillisellä suutinkanavistolla saadaan tilan ilma sekoittumaan suhteellisen pienellä ilmavirralla. Järjestelmän ohjaavia antureita tarvitaan useita ja niitä pitää olla koko tilassa, jotta ilmanvaihtoa voidaan ohjata epäpuhtauspitoisuuden perusteella. Kuvassa 2 on suutinkanavajärjestelmän periaatekuva. (2, s. 533; 3, s. 5.)

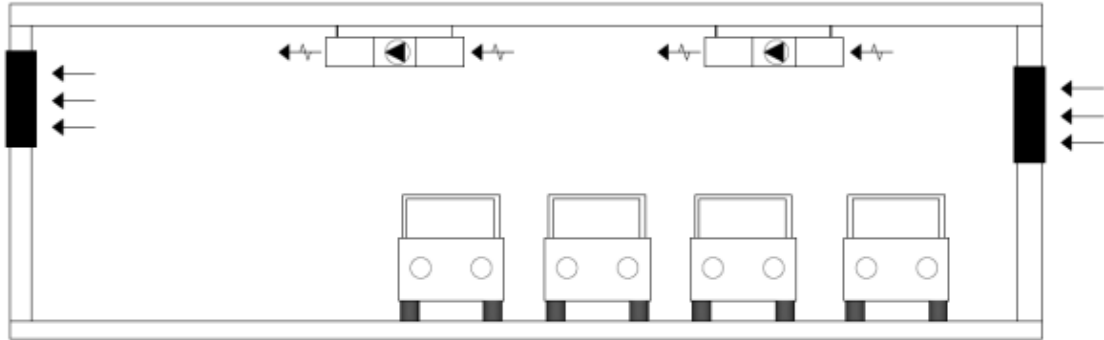


KUVA 2 Ilmanvaihtoperiaate suutinkanavistoa käyttäen

2.3.3 Suuntapainepuhaltimet

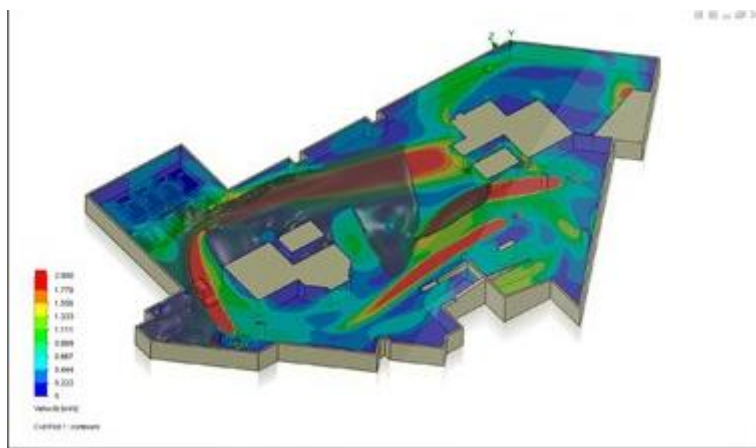
Suuntapainepuhaltimia käytetään enenevässä määrin paikoitustiloissa. Hallin tulo- ja poistoilma toimii samalla periaatteella kuten suutinkanavajärjestelmä. Sen

lisäksi suuntapainepuhaltimet on sijoitettu tilassa sopivin välein. Suuntapainepuhaltimien hyviä ominaisuuksia ovat, että pysäköintitilassa ei tarvita yleensä ilmanvaihtokanavia. Kuvassa 3 on suuntapainepuhaltimien periaatekuva.



KUVA 3 Suuntapainepuhallinjärjestelmän periaatekuva

Lisäksi palotilanteissa samoja puhaltimia voidaan käyttää osana savunpoistohallintaa ja ohjata savukaasujen suunta palopaikan mukaan. Järjestelmän mitoitus voidaan suunnitella käyttämällä CFD-laskentaa (katso kuva 4). Tässä laskentaohjelmassa voidaan merkitä tilassa olevat palkit sekä muut esteet ja silloin nähdään, mihin on tarpeellista sijoittaa suuntapainepuhaltimet. (2, s. 533; 3, s. 6.)



KUVA 4 CFD-mallinnus Fläkt Woodsin nettisivuilta

3 PARKKIHALLIN IV-SUUNNITTELU

Parkkihallin ilmanvaihto suunnitellaan pääsääntöisesti Suomen rakentamismääräyskokoelman D2, liitteen 2 mukaisesti. Ajoneuvojen paikoitustilan pinta-ala on 1425,3 m². Lisäksi kellarissa on kaksi väestönsuojaa, varastoja sekä ilmanvaihtotuone. Yhteenlaskettuna pinta-alaksi on noin 2000 m². Liitteessä 2 on kuva paikoitustilan ilmanvaihtosuunnitelmasta.

Autosuojien poistoilmaluokka on 4. Se tarkoittaa että poistoilma sisältää pahanhajuisia tai epäterveellisiä epäpuhtauksia huomattavasti enemmän kuin sisäilman hyväksyttävät pitoisuudet. Poistoilmaluokan 4 poistoilma ei käytetä palautus- tai siirtoilmana. (1, s. 12.)

”Otettaessa lämpöä talteen luokan 4 poistoilmasta on yleensä käytettävä virtaavan väliaineen välityksellä toimivaa lämmöntalteenottoa, jossa tulo- ja poistoilma eivät sekoitu”. Poikkeuksena tähän on ilmanvaihtokone, joka palvelee vain yhtä tilaa, ja silloin ilmanvaihtokone voidaan valita vapaasti. Silloin pitää varmistaa, että tuloilma on riittävän puhdasta takaamaan sisäilman vaatimukset. Tällaisia tiloja voivat olla esimerkiksi teollisuustilat, autohallit ja -tallit. (1, s. 17.)

3.1 Ilmavirrat

Suomen rakentamismääräyskokoelman D2 mukaan riittää 0,9 dm³/(sm²) tässä kohteessa. Paikoitustilan poistoilmavirta on silloin 1282 dm³/s ja tuloilma 1222 dm³/s (poistoilma on noin 5 % tuloilmavirtaa suurempi). Taulukossa 1 on esitetty laskettu ilmavirrat.

TAULUKKO 1 Paikoitustilan ilmavirrat

Alue	Pinta-ala (m ²)	q _{v,poisto} (dm ³ /s)/m ²	q _{v,poisto} (dm ³ /s)	q _{v,tulo} (dm ³ /s)
1	712,65	0,9	641	611
2	712,65	0,9	641	611
	1425,3	Yhteensä	1283	1222

Kellarissa on paikoitustilan lisäksi myös useita varastoja. Varastojen ilmavirtojen ohjearvo on Suomen rakentamismääräyskokoelman D2:n mukaan 0,5

dm³/(sm²). Muiden tilojen ilmavirrat suunnitellaan tasapainoon, eli tulo- ja poistoilmavirrat ovat yhtä suuret. Taulukossa 2 on esitetty kellarikerroksen muiden tilojen tulo- ja poistoilmavirrat.

TAULUKKO 2 Kellarissa muiden tilojen ilmavirtoja

Alue	Pinta-ala (m ²)	q _{v,poisto} (dm ³ /s)/m ²	q _{v,poisto} (dm ³ /s)	q _{v,tulo} (dm ³ /s)
Sluss	15,8			
Varasto	37,9	0,5	19,0	19,0
Sluss	4,1			
Varasto 1-4	35,7	0,5	17,9	17,9
Varasto 5-7	21,4	0,5	10,7	
Varasto 8-10	20,8	0,5	10,4	10,4
Varasto 11 & 12	15,2	0,5	7,6	7,6
Varasto 13-42	172,9	0,5	86,5	86,5
Käytävä	7,3			10,7
Varasto	9,5	0,5	4,8	4,8
Varasto/LJH 43 & 44	29	0,5	14,5	14,5
Väestönsuoja 45-50	42,7	0,5	21,4	21,4
Väestönsuoja 51-53	42	0,5	21,0	21,0
IV-konehuone	44,4	0,5	22,2	22,2
Sluss	14,5			
Varasto	14,9	0,5	7,5	7,5
Varasto	14,6	0,5	7,3	7,3
	542,7		250,5	250,5

3.2 Kanavoinnit

Paikoitustila on muodoltaan L-mallinen ja tuloilma kanavoidaan rakennuksen ulkoseinän kautta molempiin päihin. Tuloilma puhalletaan sisään molemmista päistä ja poistetaan tilan keskeltä. Paikoitustilan keskellä sijaitsee ilmanvaihtuhuone ja poistoilma poistetaan paikoitustilasta huoneen seinistä. Poistoilmakanavia ei tarvitse ollenkaan IV-koneen ulkopuolelle, kun ilmanjako suunnitellaan tällä tavalla lukuun ottamatta, väestönsuojia ja varastoja. Huoneen alin korkeus vanhassa osassa on palkin kohdalla noin 2,2 m ja uudessa osassa korkeus on tasaisesti 2,5 m. Tämä asettaa haasteita ilmanvaihtosuunnitteluun, koska suuret ilmavirrat vaativat suuria kanavia. Kanavointi suunnitellaan silloin käyttämällä suorakaidekanavia, jotta kanavien alapinta ei tule katosta liian alas.

3.3 IV-kone

IV-koneen valinnassa on huomioitu poistoilman epäpuhtaudet. Ilmanvaihtokoneeksi valittiin Systemairin Danvent DV25 glykolilämmöntalteenotolla varustettu kone. Koneen tarvittavat ilmavirrat näkyvät taulukossa 3.

TAULUKKO 3 Kellarikerroksen ilmanvaihtokoneen suunnitteluilmavirrat

	$q_{v,poisto}$ (dm ³ /s)	$q_{v,tulo}$ (dm ³ /s)
Ilmavirrat yhteensä	1533	1472
	Erotus	4,1 %

4 SAVUNPOISTOSUUNNITTELU PAIKOITUSTILASSA

Paikoitustilan vaikein asia on savunpoiston suunnittelu. Savunpoisto pitää suunnitella niin, että palotilanteessa kaikki savut johdetaan pois tilasta. Tärkeimmät asiat savunpoistosuunnittelun ovat seuraavat:

- riittävä korvausilman saanti
- riittävät poistoilmavirrat.

Suomen laissa savunpoistosta kerrotaan melko vähän. Suomen rakentamismääräyskokoelman E-osassa asiaa sivutaan, mutta ehkä paras ohjekirja savunpoistoon on RIL 232-2012, Rakennusten savunpoisto suunnittelu, toteutus ja ylläpito.

4.1 Yleiset määräykset ja ohjeet

Rakennuksen eri tilat pitää suunnitella ja rakentaa niin, että palossa syntyvä savu on mahdollista poistaa sieltä. Mikäli rakennuksessa ikkunat tai oviaukot voidaan käyttää savunpoistoon, erikseen savunpoiston järjestämistä ei tarvita. Kellarikerroksen tiloista tulee olla savunpoistomahdollisuus niin, ettei uloskäytäviä tarvitse käyttää savunpoistoon. Silloin savunpoisto voidaan suunnitella käyttämällä savunpoistoluukkuja, savunpoistoikkunoita tai savunpoistopuhaltimia. Savunpoistojärjestelyistä neuvotellaan paikallisen pelastusviranomaisen kanssa. (4, s.35; 5, s. 6–7.)

Savunpoistot jaetaan yleensä kolme eri suojaustasoihin. Suojaustaso 1 tarkoittaa tavallista alkusammutuskalustoa sekä tarvittaessa tehostettua alkusammutuskalustoa. Suojaustaso 2 on suojaustason 1 mukainen alkusammutuskalusto sekä paikallisesti ja hätäkeskukseen automaattisen ilmoituksen antava paloilmoitin. Automaattinen sammutuslaitteisto (esim. sprinkleri) on suojaustason 3 vaatimus + suojaustason 1 mukainen alkusammutuskalusto. (5, s. 3–4; 6, s.3.)

4.2 Suojaustason 2 savunpoiston mitoitus

Savunpoiston mitoitus tehdään RIL 232-2012:n kaavoilla, joita on käytetty myös tässä työssä. Suojaustaso parkkipaikoitustilassa on 2 ja sen ilmoitti paikkakunnan paloviranomainen. Savunpoistoluokat on lisäksi jaettu neljään eri luokkaan.

Autosuojat, jotka on tarkoitettu henkilöautoille, kuuluu RIL:n mukaan savunpoistoluokkaan 2 (7, s. 46).

4.2.1 Savunpoistoluukkujen mitoitus

Savulohkon vaadittava savunpoistoluukkujen yhteenlaskettu tehollinen savunpoistopinta-ala ($A_v C_v$) lasketaan kaavan 1 mukaisesti.

$$A_v C_v = k_{spr} * \alpha * A_{1600} \quad \text{KAAVA 1}$$

jossa,

k_{spr} = kerroin joka otetaan huomioon, jos kohteessa on automaattinen vesisammutuslaitteisto (SL1-luokan kohteissa 0,5 ja SL2...4-luokan kohteissa 0,25)

α = kerroin joka ottaa huomioon savulohkon pinta-ala (A_s) ($\alpha = A_s/1600$).

A_{1600} = luukkujen tehollinen kokonaispinta-ala, (m²)

Savulohkon pinta-ala saa olla eniten 2000 m². Eri savunpoistoluokkien (SL1...SL4) savulohkon alueelle sijoitettavien luukkujen tehollinen kokonaispinta-ala A_{1600} lasketaan kaava 2. Tässä kohteessa savunpoistoluokka on 2 ja silloin luukkujen tehollinen kokonaispinta-ala lasketaan kaavan 6 mukaisesti. Kaavan minimiarvo on 7 m² ja maksimiarvo 80 m². Minimiarvot tulevat kyseeseen lähinnä pienillä alle 4 m:n huonekorkeuksilla ja maksimiarvot suurilla yli 20 m:n korkeuksilla. Tämä tarkoittaa sitä, että jos A_{1600} on pienempi kuin 7 m², käytetään kuitenkin 7:ää.

$$A_{1600} = 6,89 * Z * \frac{Z}{H} - 0,31 * (H - Z) - 8,2 \quad \text{KAAVA 2}$$

jossa,

H = huonekorkeus (m)

Z = savuttoman vyöhykkeen korkeus (m)

Rakennuksen huonekorkeuden ollessa alle 3,75 m Z-arvo on $0,8 \times H$. (7, s.74–75.)

Paikoitustilan savunpoisto on suunniteltu käyttämällä yllä olevia kaavoja 1 ja 2. Tilan huonekorkeus on 2,5 m ja silloin savuttoman vyöhykkeen korkeus on $0,8 \times 2,5 \text{ m} = 2 \text{ m}$. Kun syötetään nämä arvot kaavaan 2, saadaan luukkujen teholliseksi pinta-alaksi $A_{1600} = 2,67 \text{ m}^2$. Kaavaan 2 minimiarvo on 7 m^2 , ja tässä kohteessa A_{1600} on pienempi kuin minimiarvo. Silloin käytetään arvoa 7 m^2 .

Parkkipaikoitustilan pinta-ala on $1425,3 \text{ m}^2$. Kerroin α saadaan laskettuna silloin $1425,3 / 1600 = 0,89$. Kerroin k_{spr} käytetään 1, koska tähän kohteeseen ei tule automaattista sammutusjärjestelmää. Nyt voidaan laskea savunpoistoluukkujen yhteenlaskettu tehollinen pinta-ala ($A_v C_v$). $A_v C_v = 1 \times 0,89 \times 7 \text{ m}^2 = 6,24 \text{ m}^2$. Jos tässä kohteessa savunpoisto hoidetaan painovoimaisesti, luukkujen tehollinen pinta-ala pitää olla vähintään $6,24 \text{ m}^2$. Taulukossa 4 näkyy luukkujen mitoitus.

TAULUKKO 4 Savunpoisto luukkujen mitoitus

Savunpoistotaso 2		
Luukkujen mitoitus		
k_{spr}	1	
α	0,890813	
A_{1600}	7	
$A_v C_v$	6,24	m^2

Lisäksi luukkujen valinnassa pitää huomioida, onko pinta-alat annettu tehollisen tai geometrisen pinta-alan mukaan. Taulukossa 4 on laskettu tehollinen pinta-ala luukkujen minimi alue. Geometrisoilla pinta-aloilla tämä luku pitää jakaa kertoimella 0,4. Geometrisien luukkujen pinta-alaksi tulee siis $6,24 \text{ m}^2 / 0,4 = 15,6 \text{ m}^2$. (7, s. 187.)

4.2.2 Savunpoistopuhaltimien mitoitus

Koneellisessa savunpoistosuunnittelussa käytetään melkein samanlaisia kaavoja kuin painovoimaisessa savunpoistomitoituksessa, mutta täällä lasketaan tarvittavat ilmapirrat yksikössä m^3/s .

Savulohkon vaadittava savunpoistopuhaltimien yhteenlaskettu ilmavirta ($V_{v\ tot}$) lasketaan kaavan 3 mukaisesti.

$$V_{v\ tot} = k_{spr} * \alpha * V_{2000}$$

KAAVA 3

jossa,

k_{spr} = kerroin joka otetaan huomioon, jos kohteessa on automaattinen vesisammutuslaitteisto (SL1-luokan kohteissa 0,5 ja SL2...4-luokan kohteissa 0,25)

α = kerroin joka ottaa huomioon savulohkon pinta-ala (A_s) ($\alpha = A_s/2000$)

V_{2000} = puhaltimien ilmavirta (m^3/s)

Savulohkon pinta-ala saa olla eniten 2600 m^2 . Eri savunpoistoluokkien (SL1...SL4) savulohkon alueelle sijoitettavien puhaltimien ilmavirta V_{2000} lasketaan eri kaavojen perusteella. Tässä kohteessa savunpoistoluokka on 2 ja silloin puhaltimien ilmavirta lasketaan kaavan 4 mukaisesti. Kaavan minimiarvo on 20 m^3/s ja maksimiarvo 130 m^3/s . Minimiarvot tulevat kyseeseen lähinnä pienillä alle 4 m:n huonekorkeuksilla ja maksimiarvot suurilla yli 20 m:n korkeuksilla. Tämä tarkoittaa sitä, että jos V_{2000} on pienempi kuin 20 m^3/s , käytetään kuitenkin 20:tä.

$$V_{2000} = 2,7 * Z^{1,5} + 15$$

KAAVA 4

jossa,

Z = savuttoman vyöhykkeen korkeus (m)

Rakennuksen huonekorkeuden ollessa alle 3,75 m Z -arvo on $0,8 * H$. (7, s. 76–77.)

Paikoitustilan savunpoisto suunnitellaan kaavojen 3 ja 4 perusteella. Tilan huonekorkeus on 2,5 m, ja silloin savuttoman vyöhykkeen korkeus on $0,8 * 2,5\ m = 2\ m$. Kun syötetään nämä arvot kaavaan 4, saadaan laskettu $V_{2000} = 22,64\ m^3/s$. Taulukossa 5 on Excel-avulla laskettuna puhaltimien ilmavirrat.

TAULUKKO 5 Savunpoistopuhaltimien mitoitus

Savunpoistotaso 2	
Poistopuhaltimen mitoitus	
k_{spr}	1
α	0,71
V_{2000}	22,64
$V_{v\ tot}$	16,13 m ³ /s
Pinta-ala (m ²)	1425,3
Z (m)	2
H (m)	2,5

4.3 Savunpoistopuhaltimet

Kohteeseen valitaan kahdet savunpoistopuhaltimia, yksi paikoitustilan molempiin päihin. Tarvittavat ilmavirrat jaetaan tasaan molempien puhaltimen kesken eli 8,1 m³/s / kpl. Toisessa päässä tilaa savu puhalletaan sokkelin läpi suoraan kadulle. Puhaltimiksi valittiin Fläkt Woodsin wall hatch-savunpoistopuhallin (kuva 5).



KUVA 5 Savunpoistopuhallin Fläkt Woods Wall Hatch (9)

Toisessa päässä hallia poistoilma kanavoidaan ensiksi seinän läpi ja sieltä ylös maapinnalle. Maapinnalle sijoitetaan Fläkt Woodsin katto hatch -savunpoistopuhallin (kuva 6).



KUVA 6 Savunpoistopuhallin Fläkt Woods Katto Hatch (9)

4.4 Savunpoiston korvausilma sekä toiminta

Kellarikerroksen parkkipaikoitustilan savunpoiston tarvittavat korvausilma otetaan ajoliuskan ulko-oven kautta. Korvausilma-aukon pinta-ala on noin 8 m². Savulohkoon on suunniteltu käyttäen 2 koneellista savunpoistopuhaltimia (yhteensä 16,2 m³/s). Tämä tarkoittaa sitä, että ilman nopeus korvausilma-aukossa on maksimissaan $16,2 \text{ m}^3/\text{s} / 8 \text{ m}^2 = 2,1 \text{ m/s}$. Korvausilman enimmäisnopeus on RILin mukaan 5 m/s (7, s. 121; 8, s. 2).

Pelastuslaitos käynnistää manuaalisesti savunpoistopuhaltimia ohjauspaneelistä. Automatiikka tulee toimia niin, että korvausilma-aukkoja aukeavat ensiksi ja vasta sen jälkeen savunpoistopuhaltimet käynnistyvät. Puhaltimista voidaan käynnistää tarvittaessa vain toinen, mutta myös molemmat voivat käynnistää yhtä aika.

Liitteessä 2 ja 3 näkyy savunpoistopuhaltimien sijoitus.

5 UIMAHALLIEN ILMANVAIHTO

Tässä luvussa kerrotaan uima-allasrakennuksen ilmanvaihdon suunnitteluun liittyvät määräykset ja ohjeet.

”Rakennus on suunniteltava ja rakennettava kokonaisuutena siten, että oleskeluvyöhykkeellä saavutetaan kaikissa tavanomaisissa sääoloissa ja käyttötilanteissa terveellinen, turvallinen ja viihtyisiä sisäilmasto” (1, s. 5). Rakennuksessa ei saa esiintyä terveydelle haitallisia määriä kaasuja, hiukkasia tai mikrobeja eikä hajuja joka alentavat viihtyisyyttä. Kuvassa 7 on nähtävissä sisäilman epäpuhtauksien pitoisuuden enimmäisarvoja.

Epäpuhtaus	Yksikkö	Suunnittelun ohjearvo Pitoisuus enintään
Ammoniakiikki ja amiinit	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	20
Asbesti	kuitua/ cm^3	0
Formaldehydi	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	50
Hiilimonoksidi	mg/m^3	8
Hiukkaset PM_{10}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	50
Radon	Bq/m^3	200 (vuosikeskiarvo)
Styreeni	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1

KUVA 7 Sisäilman epäpuhtauksien pitoisuuden enimmäisarvoja (1, s. 7.)

5.1 Määräykset ja ohjeet

Uima-allastilan ilmanvaihto on suunniteltava siten, että sisäilmasto on uimareille miellyttävä ja terveellinen ja joka ehkäisee rakennuksen kosteusvaurioita. Uimarien lämpöviihtyvyyden kannalta uima-allasosaston sisälämpötilan ja sisäilman kosteuden tulee olla riittävän korkea, jotta uimareiden iholla oleva vesi ei haihdu iholta liian nopeasti. Toisaalta henkilökunnalle sisäilman korkea lämpötila voi tuntua epämiellyttävältä. (10, s. 2.)

Lisäksi allasvedestä haihtuu allasveden sisältämiä aineita. Kloori on näistä merkittävimpiä ja siitä veteen muodostuvat klooriyhdisteet, joista voi koitua terveyshaittaa. Erityisesti kylmänä vuodenaikana uima-allas rasittaa rakennusta suuren kosteuden ja korkean lämpötilan takia. (10, s. 3.)

5.2 Mitoitusperusteet

Ilmastoinnin mitoitukseen vaikuttavat allasvesien haluttu lämpötila ja altaiden koko, koska ilmastoinnin avulla sisäilmasta poistetaan altaasta haihtuva kosteus. Taulukossa 6 on esitetty lämpötilojen ohjearvoja erityyppisille altaille. (10, s. 3.)

TAULUKKO 6 Erityyppisten altaiden veden lämpötilojen ohjearvoja

Allasveden lämpötilat	
Pääallas, kunto- ja kilpauintiin	+26...+28 °C
Hyppyallas, uimahypyt, sukellus, uppopallo	+26...+28 °C
Monitoimiallas, vesivoimisteluun ja vauva-uintiin	+30...+34 °C
Vauvauinti vähintään (STM:n asetus 315/2002)	+32 °C
Terapia-allas, vesiterapia	+30...+32 °C
Opetusallas, uimaopetus	+28...+30 °C
Kahluuallas, pikkulasten laikki	+30...+32 °C
Kylmävesiallas (edellyttää koneellista jäähdytystä)	+4...+8 °C
Jos kylmävesialtaan käytetään vesijohtoverkoston vettä, saavutetaan kylmävesialtaassa vuodenajasta ja vesilaitoksesta riippuen	+7...+20 °C
Vesiliukumäen alastuloallas	+30...+32 °C
Poreallas, vesihieronta	+35...+37 °C
Normaali uimahalleissa kuitenkin:	+30...+33 °C

Taulukon 6 arvot ovat vain ohjearvoja ja lopulliset allasvesien lämpötilat pitää sopia tilaajan ja allasvesijärjestelmien suunnittelijan kanssa (10, s. 3).

5.3 Allastilan lämpötila

Allastilan oleskelualueen lämpötila valitaan yleensä noin 1,5–2,5 °C korkeammaksi kuin allasveden lämpötila, jotta altaista ja uimareiden iholta haihtuu vähemmän vettä. Näin allastilan ilmanvaihto saadaan pienemmäksi, minkä seurauksena energiankulutus pienenee. Lisäksi uimarit kokevat uima-allastilan lämpöolot viihtyisämmäksi. Normaalisti allastilan lämpötila ei saa kuitenkaan ylittää 31 °C:ta. (10, s. 3.)

6 UIMA-ALLASRAKENNUKSEN IV-SUUNNITTELU

Tässä luvussa kerrotaan uima-allasrakenteiden ilmanvaihdon suunnittelusta. Ilmanvaihdon suunnittelussa tulee noudattaa Suomen rakentamismääräyskokoelman osaa D2. Lisäksi suunnitteluun on noudatettu LVI-kortti ”Uimahallien ja virkistysuimaloiden LVIA-suunnittelu” (LVI 06-1051). Liitteessä 2, 3 ja 4 on ilmanvaihtosuunnittelupiirustukset uima-allasrakennukseen.

6.1 Uima-allastilan ilmanvaihtosuunnittelu

Uima-allastaiden leveys on 3,5 m ja pituus 8,5 m. Pinta-ala on silloin 29,75 m². Varmuuden vuoksi olen pyöristänyt sen 30 m²:iin. Uima-allastilan pinta-ala yhteensä on 54,6 m².

6.1.1 Haihtuvan veden laskenta

Ilmavirrat suunnitellaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 mukaisesti. Niin kuin pääluvussa 6 on esitetty, tässä työssä on noudatettu myös LVI-kortin Uimahallien ja virkistysuimaloiden LVIA-suunnittelu ohjeita (LVI 06-10451). Määräävä tekijä ilmanvaihdon suunnittelussa uima-allastilassa on kosteuden ja epäpuhtauksien poisto (10, s. 4).

Haihtuvan vesimäärän laskentaan voidaan käyttää kaavaa 5 (10, s. 4).

$$q_{vm} = A * B_x * (x_v - x_i) \quad \text{KAAVA 5}$$

jossa,

q_{vm} = haihtuvan veden massavirta, kg/s

x_i = allastilan ilman keskimääräinen vesisisältö, kg/kg_{kuivaa ilmaa}

x_v = kylmän ilman vesisisältö allasveden lämpötilassa, kg/kg_{kuivaa ilmaa}

B_x = kokemusperäinen haihtumiskerroin, kg/m²s

A = altaan vesipinta-ala, m²

Haihtumiskertoimen B_x arvoja erilaisille altaille on esitetty taulukossa 7.

TAULUKKO 7 Kaavan 1 haihtumiskerroin B_x erilaisille altaille

Allastyyppi	B_x (kg/m ² s)
Peitetty	0,00022
Ei käyttäjiä	0,0022
yksityisallas	0,0066
syvyys yli 1,35 m ¹⁾	0,0087
syvyys alle 1,35 m ²⁾	0,0125
Aaltoallas aaltokäytöllä	0,0156
Vesiliukumäki ja vesiliukumäen alastuloallas	0,0156

¹⁾ Lähinnä uintiin ja uimahyppyihin tarkoitettu allas

²⁾ Kerroin B_p tarkoittaa haihduntaa altaasta, jossa on käytössä erilaisia vesileikkitoimintoja ja -laitteita (allasvoimistelu, vesihierontalaitteet jne). Vesileikkilaitteiden kerrointa B_x suurentava vaikutus tulee ottaa huomioon standardin VDI 2089 kohtien 6.1.3...6.1.5 mukaisesti.

Tässä työssä käytettiin allastilan vesisisällön laskennassa ilman lämpötilana 29 °C ja suhteellisena kosteuksena 55 % (Kuva 8).

VAISALA
/ Humidity Calculator 5.0

Suomi

Ympäristön olosuhteet

Suure	Yksikkö / Muunnos
Lämpötila	29 °C
Paine	101330 Pa
Kaasutyyppi	Ilma
Psykrometri	Vakio

Täytä tunnettu suure
muiden suureiden laskemiseksi

Suure	Yksikkö / Muunnos
Suhteellinen kosteus	55 %RH
Kastepiste	19,045 °C
ppm	22305 PPMvol
Absoluuttinen kosteus	15,854 g/m³
Sekoitussuhde	13,873 g/kg

KUVA 8 Ilman vesisisältö laskettuna vaisala.com-laskentaohjelmistolla.

Kylläisen ilman vesisisällön laskennassa käytettiin allasveden olosuhteita. Allasveden lämpötila on 27 °C ja suhteellinen kosteus 100 %. Laskennan mukaan ilman vesisisältö on 0,022763 kg/kg_{kuivaa ilmaa}. (Kuva 9.)

VAISALA
/ Humidity Calculator 5.0

Suomi

Ympäristön olosuhteet

	Suure	Yksikkö / Muunnos
Lämpötila	27	°C
Paine	101330	Pa
Kaasutyyppi	Ilma	
Psykrometri	Vakio	

Täytä tunnettu suure
muiden suureiden laskemiseksi

	Suure	Yksikkö / Muunnos
Suhteellinen kosteus	100	%RH
Kastepiste	27	°C
ppm	36599	PPMvol
Absoluuttinen kosteus	25,827	g/m ³
Sekoitussuhde	22,763	g/kg

KUVA 9 Kylläisen ilman vesisisältö allasveden lämpötilassa laskettuna Vaisala.com-ohjelmistolla.

Veden haihdunta laskettiin kaavan 5 mukaisesti sekä käyttöaikana että käyttöajan ulkopuolella. Laskennan apuna käytettiin Excel-tilukkolaskentaohjelmaa. Uima-altaan pinta-ala on 30 m², ja allasveden lämpötila on 27 °C, allastilan lämpötila 29 °C ja kosteus 50 %. Ilman vesisisältö laskettiin tietokoneohjelman vaisala.comin avulla (11). Vaisalan.comin mukaan allastilan ilman vesisisältö (x_i) on 0,013873 kg/kg_{kuivaa ilmaa} (kuva 8). Kylläisen ilman vesisisältö allasveden lämpötilassa (x_v) on laskettuna samassa ohjelmassa 0,022763 kg/kg_{kuivaa ilmaa} (kuva 9). Altaan syvyys on yli 1,35 m ja haihtumiskerroin B_x on silloin taulukon 7 mukaisesti käyttötilanteessa 0,0087 kg/m²s. Taulukossa 8 on laskettu veden haihdunta käyttöaikana.

TAULUKKO 8 Veden haihdunta altaasta käyttöaikana

Veden haihdunta altaasta:		
$q_{vm} = A * B_x * (x_v - x_i)$	0,00232	kg/s
	8,35	kg/h
q_{vm} = haihtuvan veden massavirta (kg/s)		
A = altaan pinta-ala (m ²)	30,0	
B _x = kokemusperäinen haihtumiskerroin (kg/m ² s)	0,0087	
x _v = kylläisen ilman vesisisältö allasveden lämpötilassa (kg/kg _{kuivaa ilmaa})	0,022763	
x _i = ilman vesisisältö (kg/kg _{kuivaa ilmaa})	0,013873	

Käyttöajan ulkopuolella B_x on 0,0022 kg/m²s (ei käyttäjiä) ja veden haihdunta on silloin 2,11 kg/h. Lisäksi jos uima-allas peitetään, voidaan käyttää haihtumiskertoimena B_x 0,00022 kg/m²s. Silloin uima-allas haihduttaa pelkästään 0,21 kg/h. Toisen sanoen, veden haihtumisessa on suuri ero, jos allas on peitetty tai peittämätön. Liitteessä 1 näkyvät kaikki laskelmat.

6.1.2 Ilmavirran mitoitus

Ilmavirrat lasketaan erikseen uima-allasrakennuksessa sekä uima-allastilassa. Uima-allastilan ilmavirran laskennassa pitää huomioida veden haihdunta.

6.1.3 Uima-allastilan tarvittavat ilmavirrat

Ilmavirran mitoitukseen tarvitaan luvun 6.1 arvot. Kaavan 6 mukaisesti lasketaan allastilan tarvittava ilmavirta (10, s. 5).

$$q_{mi} = \frac{q_{vm}}{x_p - x_t}$$

KAAVA 6

jossa,

q_{mi} = ilman massavirta, kg/s

q_{vm} = haihtuvan veden massavirta, kg/s

x_p = poistoilman vesisisältö, kg/kg_{kuivaa ilmaa}

x_t = tuloilman vesisisältö, kg/kg_{kuivaa ilmaa}

Kaavan 7 mukaisesti lasketaan allastilan tarvittava ilmavirta m³/s.

$$q_{vi} = \frac{q_{mi}}{\rho_i} \quad \text{KAAVA 7}$$

jossa,

q_{vi} = ilmavirta, m³/s

q_{mi} = ilman massavirta, kg/s

ρ_i = ilman tiheys, kg/m³

"Hyvin lämmöneristetyssä uimahallissa suurin kosteudenpoiston vaatima ulkoilmavirta tarvitaan lämpimissä kesäolosuhteissa, jolloin koko tuloilmavirta on ulkoilmaa." Etelä-Suomessa ja rannikolla käytetään tuloilman mitoittavana vesisisältönä (x_t) 0,009 kg/kg_{kuivaa ilmaa}. Poistoilman vesisisältönä (x_p) voidaan pitää arvoa 0,0143 kg/kg_{kuivaa ilmaa}, joka vastaa sisälämpötilaa +28 °C ja suhteellista kosteutta 60 %. (10, s. 5.)

Ensiksi lasketaan ilman massavirta kg/s. Käyttöaikana saadaan massavirrat kaavaan 6 mukaisesti: 0,00232 kg/s / (0,0143 – 0,009) kg/kg = 0,4378 kg/s. Sen jälkeen sijoitetaan arvot kaavaan 7: 0,4378 kg/s / 1,2 kg/m³ = 0,3648 m³/s eli 364,8 dm³/s. Taulukossa 9 näkyvät ilmavirrat käyttöaikana.

TAULUKKO 9 Allastilan ilmavirrat käyttöaikana

Allastilan tarvittava ilmavirta:		
$q_{mi} = \frac{q_{vm}}{x_p - x_t}$	0,4378	kg/s
$q_{vi} = \frac{q_{mi}}{\rho_i}$	0,365	m ³ /s
	364,8	l/s
q_{vi} = ilmavirta (m ³ /s)		
q_{mi} = ilmavirta (kg/s)		
ρ_i = ilman tiheys (kg/m ³)	1,2	
q_{vm} = haihtuvan veden massavirta (kg/s)	0,00232	
x_p = poistoilman vesisisältö (kg/kg _{kuivaa ilmaa})	0,0143	
x_t = tuloilman vesisisältö (kg/kg _{kuivaa ilmaa})	0,009	

Käyttöaikana tarvittava ilmavirta on 364,8 dm³/s, ja sen perusteella pitää mitoittaa ilmanvaihtokone. Käyttöajan ulkopuolella tarvittava ilmavirta on 92,3 dm³/s (ei käyttäjiä) ja 9,2 dm³/s (peitetty allas). Haihdunnan aiheuttaman ilmavirran tarve on siis pienempi käyttöajan ulkopuolella. Lisäksi huomataan, että uima-altaan peittäminen pienentää veden haihtumista ja ilmanvaihdon tarvetta. Liitteessä 1 näkyvät tarkemmin tarvittavia ilmavirtoja sekä kaikki laskelmat.

Toisaalta uima-allastilan ilmanvaihtokerroin pitää olla vähintään 4 1/h, eli ilma pitää vaihtua 4 kertaa tunnissa. Uima-allastilan pinta-ala on 54,6 m² ja korkeus noin 3,5 m. Tilan tilavuudeksi tulee siis 191 m³. Tunnissa pitää ilma vaihtua 191 m³ x 4 = 764 m³/h. Litroina sekunnissa se on 764 / 3,6 = 212 dm³/s.

Uima-altaasta haihtumiseen tarvittava poistoilmavirta lasketaan nyt 365 dm³/s. Uima-allastila suunnitellaan alipaineiseksi noin 5 %. Tuloilmavirta tulee olemaan silloin 365 dm³/s / 1,05 = 347 dm³/s. Suomen rakentamismääräyskokoelman D2:ssa on esitetty, että tuloilma pitää olla minimissään 2 dm³/s pinta-alaa kohti. Uima-allastilan pinta-ala on 54,6 m² ja tuloilman minimiarvo on silloin 109,2 dm³/s. Haihdunnan mukaan laskettu 365 dm³/s on määräävä tekijä. Taulukossa 10 on uima-allastilan tarvittavat ilmavirrat.

TAULUKKO 10 Uima-allastilan ilmavirrat

Tila	$q_{v,poisto}$ (dm ³ /s)	$q_{v,tulo}$ (dm ³ /s)	Erotus
Uima-allas	365	347	5,0 %

6.1.4 Haihtumisen aiheuttama jäähdytysteho

Veden haihtuminen altaasta aiheuttaa lisälämmitystarpeen uima-allastilaan. Pieni osa viilentää altaiden vettä mutta melkein kaikki haihtuminen jäähdyttää huoneilmaa. Tämä tehontarve pitää ottaa huomioon lämpöhäviöiden laskentaan. Haihtumisen jäähdytys (Q_j) lasketaan kaavalla 8. (12, s. 2.)

$$Q_j = r * q_{vm} \quad \text{KAAVA 8}$$

jossa

r = veden höyrystymislämpö (kJ/kg)

q_{vm} = haihtuvan veden massavirta (kg/s)

Höyrystymislämpö r lasketaan kaavaan 9 mukaisesti:

$$r = 3158 - 2,4 * T_s \quad \text{KAAVA 9}$$

jossa

T_s = vesipinnan absoluuttinen lämpötila (K)

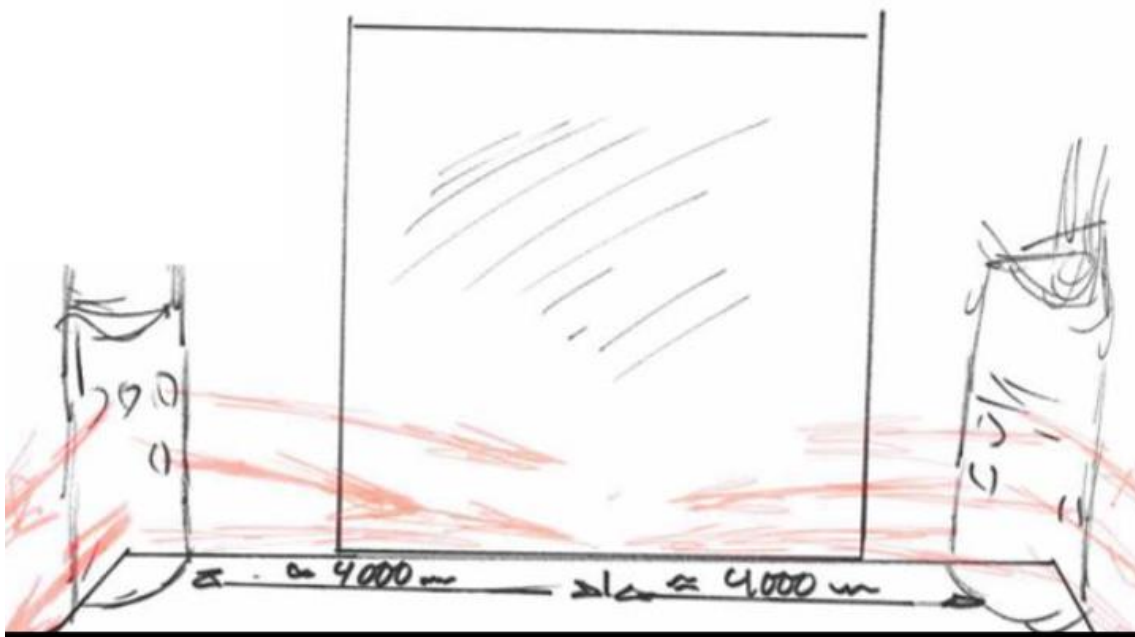
Edellisten kaavojen mukaisesti lasketaan höyrystymislämpö (r) ja jäähdytysteho (Q_j). Kun lasketaan höyrystymislämpö, pitää ensiksi laskea vesipinnan absoluuttinen lämpötila. 0 °C:n lämpötila on 273,15 K, ja se tarkoittaa, että veden pinnan lämpötila on $27 + 273,15 = 300,15$ K. Silloin höyrystymislämmöksi tulee 2437,6 kJ/kg. Haihtuvan veden massavirta (q_{vm}) on laskettu luvussa 6.1.1 ja taulukossa 8 ja se on 0,00232 kg/s. Kun nämä arvot sijoitetaan kaavaan 8, saadaan haihtumisen aiheuttama jäähdytysteho 5,7 kW.

6.1.5 Kanavointi

Tulo- ja poistoilmakanavat IV-konehuoneesta uima-allastilaan suunnitellaan kulkemaan uima-allastilan nurkassa olevassa kuilussa. Samaan kuiluun suunniteltiin ulko- ja jäteilmakanavat sekä uima-allastilan IV-koneelta että paikoitustilan IV-koneelta. Tuloilmakanavat kulkevat uima-altaan katossa ja alas seinien nurkkiin päätelaitteeseen, joka sijoitetaan uima-altaan viereen. Loput tuloilmakanavat on sijoitettu kulkemaan alas lasketussa katossa. Poistoilmakanavat suunnitellaan ulkolle.

6.1.6 Päätelaitteet

Suurin osa tuloilmasta puhalletaan ikkunoihin. Tällä estetään vesihöyryn kondensoitumisen ikkunapintaan. Kuvassa 10 on periaatekuva tuloilman puhalluksesta huonetilaan.



KUVA 10 Tuloilman puhallus uima-allastilan ikkunoihin

Päätelaitteet on sijoitettu kuvan 10 mukaisesti. Käytettävät päätelaitteet on Swegon IBIS W ja kanavat liitetään päätelaitteeseen ylhäältä päin. Päätelaitteiden leveys on 300 mm, korkeus 1500 mm ja kanavaliitännät 200 mm. Päätelaitteet asennetaan noin korkeudelle 300 mm lattiasta, jotta roiskevettä ei kulkeudu altaasta päätelaitteeseen. Päätelaitteet räätälöitiin hieman, koska päätelaitteet on

tarkoitettu sijoitettavaksi katonkulmaan, mutta tässä työssä ne sijoitettiin seinän nurkkaan. Lisäksi päätelaitteet ovat epoksinnoitettuja.

Loppu tuloilmasta puhalletaan katosta altaan sivutilaan käyttämällä 2 kpl:ta Swegon Eagle tuloilmahajottajia. Kaikki poistoilma poistetaan uima-altaan yläpuolella. Poistoilmapäätelaitteiden merkki ja malli ovat Swegon ALG + TLG sää-
tölaatikko.

6.2 Uima-allasrakennuksen ilmanvaihtosuunnittelu

Uima-allasrakennuksen muut tilat hoidetaan omalla IV-koneella. Muiden tilojen nettopinta-ala on noin 90 m². Rakennuksessa on sauna, pukuhuone, suihkut, kuntosali, kokoontumissali, WC, pieni keittiö ja ilmanvaihtohuone.

Tilojen ilmavirrat on laskettu Suomen rakentamismääräyskokoelman D2:n mukaisesti. Vaikka rakennuksen pinta-ala ei ole kovin iso, tarvitaan kuitenkin aika iso IV-kone, koska rakennuksessa on kuntosali sekä kokoontumistila. Kuntosalin ilmanvaihtotarve ovat 6 dm³/(sm²) ja kokoontumistilan ilmanvaihtotarve vastavasti 4 dm³/(sm²). Koneen tarvittava poistoilma on 325 dm³/s ja tuloilma 312 dm³/s. Taulukossa 11 on esitetty uima-allasrakennuksen pinta-alat sekä ilmavirrat.

TAULUKKO 11 Uima-allasrakennuksen ilmavirrat

Tila	Pinta-ala (m ²)	q _{v,poisto} (dm ³ /s)	q _{v,tulo} (dm ³ /s)	
Inva WC	4,6	30	Siirtoilma	
Keittiö	5,2	16	Siirtoilma	
Sali	33,7	110	156	
Kuntosali	17,9	92	92	
Sauna	4,2	6	5	
Suihku	9,1	20	Siirtoilma	
Pukuhuone	7,8	20	59	
WC	2,5	20	Siirtoilma	
Siivoustila	2,6	10	Siirtoilma	Erotus
Yhteensä	87,5	325	312	4,1 %

Saliin puhalletaan tuloilmaa enemmän kuin poistetaan, mutta sen tuloilma joka on enemmän kuin poistoilma, poistetaan inva-WC:stä sekä keittiöstä. Silloin tulo-

ja poistoilmavirrat ovat yhtä suuria. Sama periaate on suihkussa, pukuhuoneessa, siivoustilassa ja toisessa WC:ssä, jotka on suunniteltu hieman alipaineiseksi muihin tiloihin nähden. Niistä poistetaan ilmaa, joka on puhallettu pukuhuoneeseen.

6.3 IV-koneet

Uima-allasrakennus suunnitellaan kahdella ilmanvaihtokoneella, joista toinen palvelee uima-allastilaa ja toinen rakennuksen kaikkia muita tiloja. Kaksi ilmanvaihtokonetta on tarpeen, koska uima-allastilassa tulee olemaan 29 °C ja kuntosalissa noin 21 °C, mikä olisi vaikea säätää, jos tilat suunniteltaisiin yhdellä koneella.

Paikoitustilassa on yksi ilmanvaihtokonehuone, joka palvelee paikoitustilan ilmanvaihtoa ja jonne myös uima-allastilan ilmanvaihtokone mahtuu. Paikoitustilan IV-konehuoneesta voidaan viedä kanavat melkein suoraan ylöspäin uima-allastilaan.

6.3.1 Uima-allastilan IV-kone

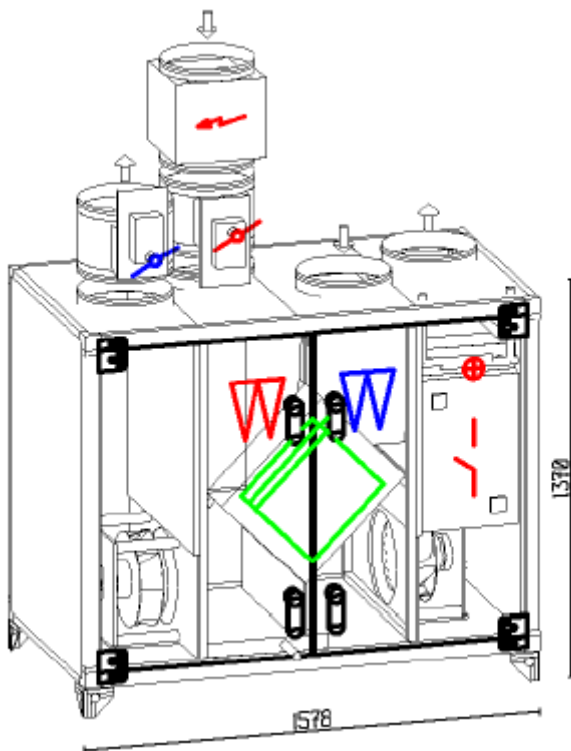
Tilan puutteessa pitää valita niin pieni ilmanvaihtokone kuin mahdollista, mutta ei kuitenkaan niin, että se heikentää ilmanvaihdon toimintaa. Ilmanvaihtokoneeksi valitaan Menergan Thermocond 191501. Koneen mitat ovat 1530 x 1590 x 730 (P x K x L). Ilmanvaihtokone valitaan luvun 6.2 mukaisesti laskettuna tarvittavat ilmavirrat. Poistoilmavirta on 365 dm³/s ja tuloilmavirta on 347 dm³/s. Tulo-, poisto-, jäte- ja raitisilma -liitännän halkaisijat ovat 315 mm, ja kaikki putket liitetään koneen yläpuolella. Valittu koneen maksimi ilmavirta on 1500 m³/h ja 417 dm³/s. Tässä kohteessa se on ihan sopiva malli.

6.3.2 Uima-allasrakennuksen IV-kone

Toinen ilmanvaihtokone palvelee uima-allasrakennuksen muita tiloja. Tilojen ilmavirrat on laskettu Suomen rakentamismääräyskokoelman D2:n mukaisesti. Vaikka rakennuksen pinta-ala ei ole kovin iso, tarvitaan kuitenkin aika iso IV-

kone, koska rakennuksessa on kuntosali sekä kokoontumistila. Kuntosalin ilmanvaihtotarve on $6 \text{ dm}^3/(\text{sm}^2)$ ja kokoontumistilan ilmanvaihtotarve vastaavasti $4 \text{ dm}^3/(\text{sm}^2)$. Koneen tarvittava poistoilma on $325 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja tuloilma $312 \text{ dm}^3/\text{s}$.

Valitaan Systemairin Topvex ilmanvaihtokone. Kuvassa 11 näkyy uima-allasrakennuksen ilmanvaihtokone. Koneen mitat ovat $1578 \times 880 \times 1370 \text{ mm}$ (P x L x K).



KUVA 11 Uima-allasrakennuksen IV-kone, Systemair Topvex

7 KORTTELIN SADEVESIJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

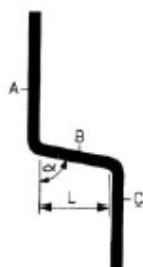
Tässä luvussa mitoitetaan ja suunnitellaan koko korttelin sadevesijärjestelmä. Sadevesijärjestelmä mitoitetaan Suomen rakentamismääräyskokoelman D1 mukaan (13). Liitteessä 5 ja 6 on koko korttelin sadevesijärjestelmän suunnittelupiirustukset.

7.1 Mitoitusperiaatteet

Suomen rakentamismääräyskokoelmassa ovat kaavat, taulukot sekä diagrammit, jotka käytetään sadevesiviemärin mitoituksessa.

Mitoituksessa pitää ottaa huomioon seuraavat seikat:

- pystyviemärin siirto (alla on kuva 12)
- viemärin pienin koko maahan sijoitettava on DN 70
- sadevesikaivosta lähtevän viemärin pienin koko on DN 100
- putkikoon pienentäminen virtaussuunnassa on kielletty
- minimikaato itsepuhdistuvuuden kannalta. (12.)



*Kuva 4. Pystyviemärin siirto.
A mitoitetaan pystyviemärinä
B mitoitetaan vaakaviemärinä
C mitoitetaan pystyviemärinä, kuitenkin C vähintään samaa kokoa kuin B.
Jos $\alpha \leq 80^\circ$ ja B:n pituus $L \leq 1$ m, B mitoitetaan kuten A.*

KUVA 12 Pystyviemärin siirto

Jotta voitaisiin laskea sadevesiviemäreiden koot, täytyy ensiksi laskea mitoitusvirtaamat. Sadeveden mitoitusvirtaama voidaan tehdä kahdella tavalla. Yksi tapa on laskea kaavan 10 mukaisesti.

$$q = q_s (k_1 A + k_2 A + \dots + k_n A) \frac{dm^3}{s} \quad \text{KAAVA 10}$$

jossa

q_s on mitoitussade $\text{dm}^3/(\text{sm}^2)$

Yleensä $q_s = 0,015 \text{ dm}^3/(\text{sm}^2)$, tulvimisen haitallisuudesta riippuen ja paikallisen viranomaisen luvalla voidaan käyttää arvoja $q_s = 0,010 - 0,020 \text{ dm}^3/(\text{sm}^2)$,

k_n = valumiskerroin osa-alueella,

$k = 1,0$, katot, asfaltti-, betoni- ja muut tiiviit päällysteet,

$k = 0,7$, sorapäällysteet,

$k = 0,3$, nurmikot ja päällystämättömät pinnat,

A_n = valuma-alueen osan pinta-ala (m^2) vaakasuoralle pinnalle projisoituna.

Toinen tapa on käyttää taulukoita, jotka löytyvät Suomen rakentamismääräyskoelman D1:sta. Silloin ei tarvitse käyttää kaavaa 10 lainkaan. (13.)

7.2 Mitoitusesimerkki

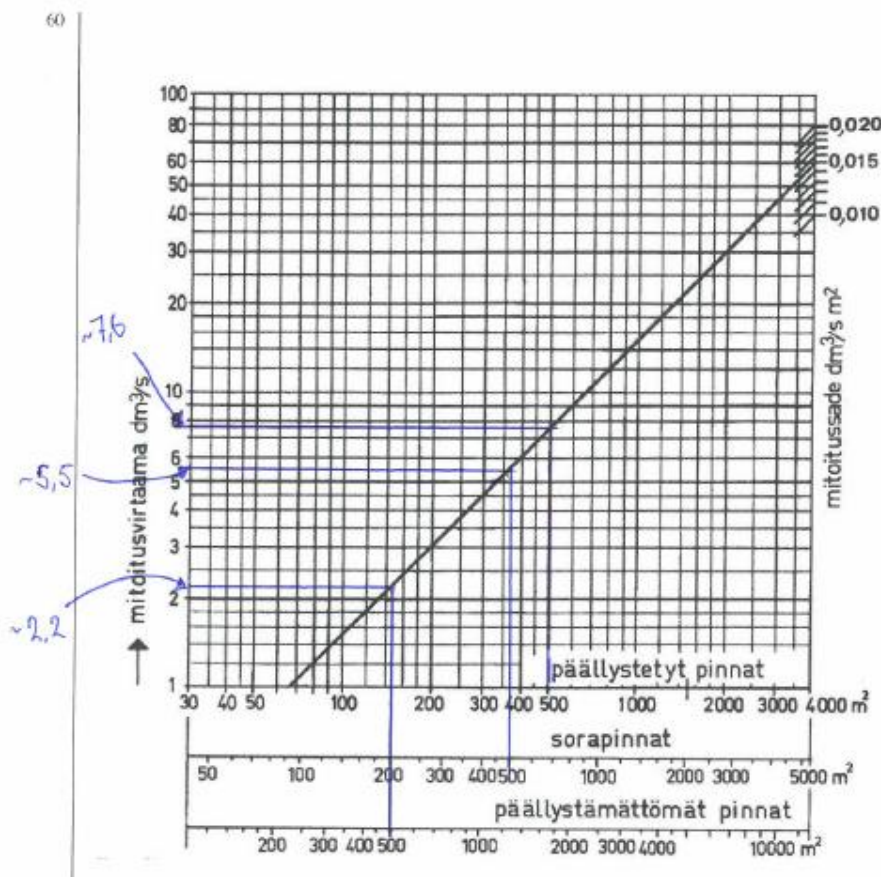
Sadevesijärjestelmän mitoitusperiaate on selitetty tässä luvussa. Sadevesijärjestelmän mitoituksessa pitää ensiksi tarkistaa koko korttelin kattokuva ja se, mihin asennetaan syöksytorvet, jos ei arkkitehti ole määrännyt niiden sijainta. Sen jälkeen lasketaan kattopinta-alat ja pinta-alojen perusteella mitoitetaan sadevesiviemäriputkien koot ja minimikaltevuus. Lisäksi pitää huomioida sisäpihan alueet ja mitoittaa siihen sopivat sadevesikaivot. Sadevesijärjestelmän mitoituksessa maapintojen päällystemateriaaleilla on suuri merkitys. Suomen rakentamismääräyskokoelma D1:ssä on kolme eri pintamateriaalia, joita laskennassa käytetään:

- päällystetyt pinnat,
- sorapinnat ja
- päällystämättömät pinnat (esim. nurmikot).

Jos pinta on päällystetty, sadeveden mitoitusvirtaama on suurin, koska silloin kaikki sadevesi pitää viedä sadevesiviemäriin kautta. Sorapinnat ja päällystämättömät pinnat imevät itseensä vähän vettä, ja silloin sadevesiviemäriputkea ei tarvitse mitoittaa yhtä suuriksi. Esimerkiksi jos pinta-ala on 500 m^2 ja jos pinta on päällystetty, tulee taulukon 12 mukaisesti mitoitusvirtaamaksi noin $7,6 \text{ dm}^3/\text{s}$. Jos

on sorapinta ja sama pinta-ala, mitoitusvirtaamaksi tulee 5,5 dm³/s. Päällystämättömillä pinnoilla mitoitusvirtaama on vain 2,2 dm³/s. Tässä huomataan, että pintamateriaalilla on suuri merkitys sadevesijärjestelmän mitoituksessa. Sadevesiviemärin mitoituskäyrästä on laadittu 100 % täyttöasteelle (taulukko 12).

TAULUKKO 12 Esimerkki sadeveden mitoitusvirtaamista erilaisilla pintamateriaaleilla

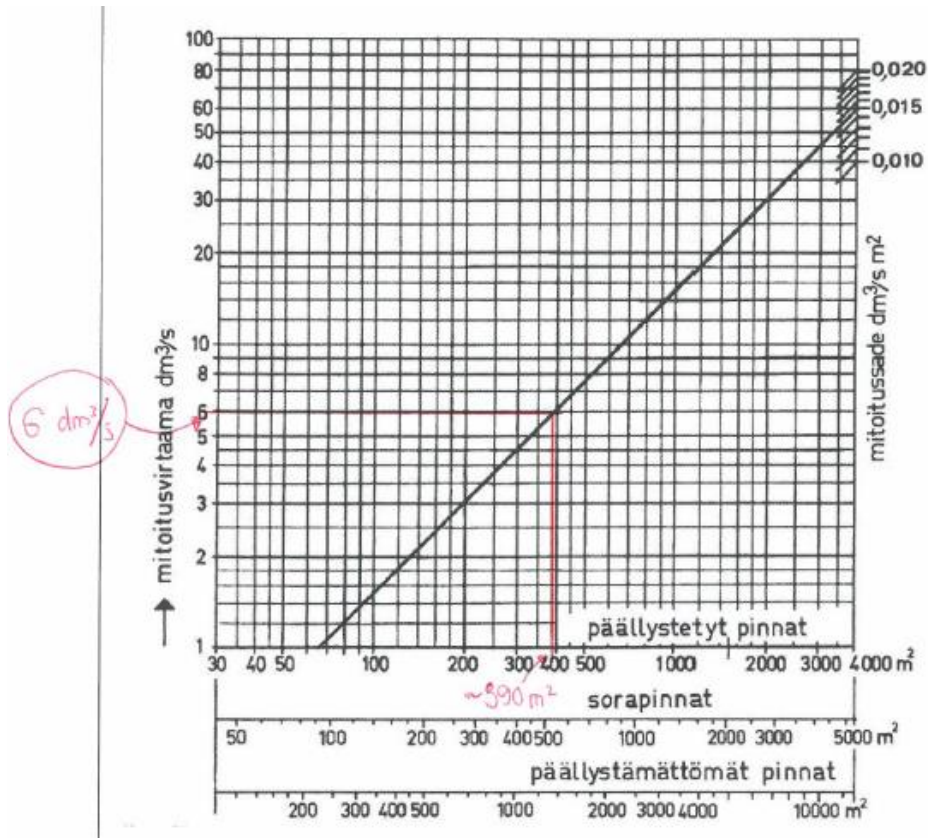


Yllä olevan esimerkin putkikoot ja minimikaltevuudet:

- 2,2 dm³/s = putkikoko on 75 mm ja minimikaltevuus noin 15 mm/m
- 5,5 dm³/s = putkikoko on 110 mm ja minimikaltevuus noin 10 mm/m
- 7,6 dm³/s = putkikoko on 160 mm ja minimikaltevuus noin 9 mm/m.

Samalla periaatteella laskettiin ja mitoitettiin tässä työssä koko korttelin sadevesijärjestelmä. Esimerkiksi C-talojen kattopinta-ala + pieni osa B-talojen pinta-alasta on yhteenlaskettuna noin 390 m². D1:n taulukosta mitoitusvirtaamaksi tulee noin 6 dm³/s. Taulukossa 13 on mitoitusesimerkki.

TAULUKKO 13 C- ja B-talojen sadevesimitoitusvirtaama



Yllä olevan esimerkin minimikaltevuus on 9,5 mm/m ja putkikooksi valittiin 160 mm.

7.3 Viivästyssäiliöiden mitoitus

Kaupungin sadevesijärjestelmä tulvii kaatosateilla, jos koko korttelin sadevesiviemäriputket vievät suoraan katuviemäriin. Sen takia suunnitellaan kaksi viivästyssäiliötä tähän kortteliin. Korttelin piha-alueelle sijoitetaan toinen iso viivästyssäiliö ja toinen pienempi sijoitetaan katuun, talojen viereen. Liitteessä 6 näkyvät viivästyssäiliöiden paikat.

Pietarsaaren kaupunki ilmoitti viivästyssäiliöiden minimitalavuuden pinta-alojen perusteella. Säiliöiden kokojen pitää olla $1500 \text{ litraa} / 100 \text{ m}^2$ ($15 \text{ dm}^3/\text{m}^2$). Suurin osa sadevesiputkista suunnitellaan suurempaan säiliöön, joka asennetaan sisäpihalle. Kaikkia putkia ei ole mahdollista viedä sisäpihalle ja sen takia suunniteltiin pienempi säiliö korttelin sivulle. Isomman säiliön palveleman alueen pinta-ala on noin 3433 m^2 . Tämä tarkoittaa, että sen säiliön tilavuudeksi tulee $15 \text{ dm}^3 / \text{m}^2 \times$

$3433 \text{ m}^2 = 51\,495 \text{ dm}^3$ eli noin $51,5 \text{ m}^3$. Säiliön halkaisijaksi suunnitellaan 2,5 m ja pituudeksi 10,5 m. Pienemmän säiliön palvelemaan alueen pinta-ala on yhteensä 460 m^2 . Säiliön minimi tilavuus on siis $15 \text{ dm}^3/\text{m}^2 \times 460 \text{ m}^2 = 6900 \text{ dm}^3$ eli noin 7 m^3 . Säiliön halkaisijaksi valitaan 1 m ja pituudeksi 9 m, eli kokonaistilavuus on reilu 7 m^3 .

7.4 Sadevesikaivot

Piha-alueella kellarikerroksen ontelolaatan yläpuolella on maata vain noin 0,6 m. Tämä asetti haasteita sadevesiviemäroinnin suunnitteluun. Normaali sadevesikaivo ei mahdu niin ahtaaseen tilaan ja sen takia pitää käyttää erikoismalleja. Kuvassa 13 on suunnitelmissa käytettyjen kaivojen 3D-kuva.

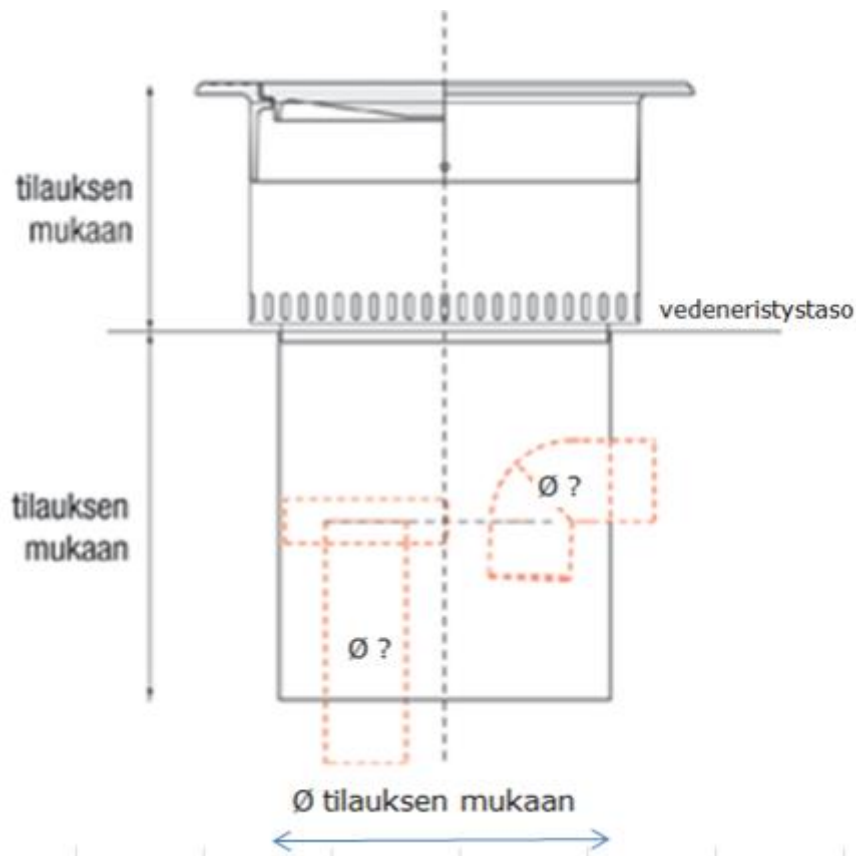


Ominaisuudet:

- mitoitus tilauksen mukaan
- viemäri- ja sivu-otus sivusta tai pohjasta
- sakkapesä voidaan varustaa lämmitysvastuksella, kondenssieristyksellä ja irrotettavalla vesilukolla

KUVA 13 Pihakaivo, jota käytetään kellarikerroksen yläpuolella (14)

Piha-alueelle suunnitellaan 6 kuvan 13 mukaista kaivoa. Kaivon kansi on normaali valurautakansi. Muuten kaivon materiaali on ruostumaton teräs. Kuvassa 14 on kaivojen leikkauskuva.



KUVA 14 Pihakaivon leikkauskuva (12)

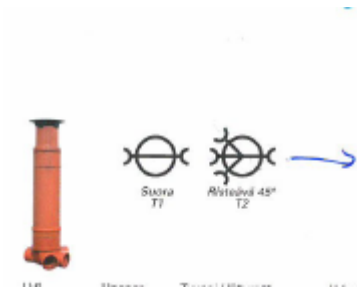
Vedeneristystaso on ontelolaatan yläpuolinen pinta, ja sen pitää olla tiivis, jotta vesi ei valu ontelolaatan läpi kellarikerrokseen. Kaivojen halkaisija on 315 mm ja syvyys tilauksen mukaan. Ontelolaatan alapuolelta maapintaan on tilaa noin 900 mm. Viemäriähdöt suunniteltiin sivulle ja niin lähelle kattoa kuin mahdollista. Kaivojen alapinta suunnitellaan noin 200 mm kellarikerroksen ontelolaatan alapuolelle. Kaivojen syvyydeksi tulevat siis noin 1100 mm. Näin olleen sadevesiviemärit asennetaan kellarikerroksen kattoon ja viedään ulos seinien läpi ulkopuolella olevaan sadevesijärjestelmään. Liitteissä 5 ja 6 näkyy sadevesijärjestelmän suunnitelmat.

Sadevesijärjestelmä suunnitellaan kellarikerroksen sivulla käyttäen normaalia Uponor sadevesikaivoa. Käytettävien kaivojen koot ovat 400/315 tai 560/500. Tämä tarkoittaa, että kaivon runko-osan halkaisija on 400 mm tai 560 mm ja teleskoopiosa 315 mm tai 500 mm. Kuvassa 15 näkyy käytettäviä sadevesikaivoja ja salaojatarkastuskaivoja.



KUVA 15 Uponor sadevesikaivo ja salaojatarkastuskaivo

Sadeveden- ja jätevedentarkastuskaivot ovat samanlaisia. Kuvassa 16 näkyy käytettäviä kaivoja.



KUVA 16 Uponor sadevesitarkastuskaivo ja jätevesitarkastuskaivo

8 ASUINRAKENNUKSIEN LVI-SUUNNITTELU

Tässä luvussa esitetään asuinrakennuksien LVI-suunnittelu. Ensimmäisessä vaiheessa rakennetaan 24 huoneistoa kahteen kerrokseen. Asuinrakennuksien vesivirrat ja virtaamat laskettiin ensin, koska vesi- ja lämpöjohtorunkoputket niihin menevät kellarikerroksen katossa. Jotta saatiin mitoitettua putkien tarvittavat koot kellarikerroksessa, laskettiin ensin asuinrakennuksien mitoitusvirtaamat sekä lämpöhäviöt. Kellarikerroksen lämpö- ja vesijohtorunkojen suunnittelu on koottu liitteessä 7.

Asuinrakennukset on sijoitettu hieman kellarikerroksen sivulle, eikä suoraan kellarikerroksen yläpuolelle. Se tarkoittaa, että putket pitää viedä kellarikerroksen ulkoseinään läpi maan kautta asuinrakennuksiin. Liitteessä 8 näkyy runkojohtoputkien reitit maassa.

Putkien, jotka on asennettu maahan, pitää olla eristettyjä, jotta ne eivät jäädy ja jotta lämpöä ei mene niin paljon hukkaan. Putket suunniteltiin käyttäen Uponor Ecoflex Quattroa, joka on tarkoitettu rakennusten ulkopuolisiin lämpöjohtoihin ja lämpimän käyttöveden johtamiseen. Elementissä on neljä putkea, joista kaksi on tarkoitettu lämpöjohtokäyttöön ja toiset kaksi on tarkoitettu lämpimälle käyttövedelle. Materiaalien ominaisuudet:

- virtausputket PEX-muoviputket
- lämpöeriste umpisoluihin PEX-solumuovi
- PEH suojakuori
- happidiffuusiosuojaus lämpöjohtoputket
- putkien maksimi käyttölämpötila 70 °C
- putkien hetkellinen maksimilämpötila 95 °C
- lämpöjohtoputkien maksimipaine 6 baaria ja
- käyttövesiputkien maksimipaine 10 baaria.

Kuvassa 17 on esitetty putkielementtien rakenne.



KUVA 17 Uponor Ecoflex Quattro -neliputkielementin rakenne (15).

Kylmävesisyöttöputket suunnitellaan samaan kaivantoon ja ne sijoitetaan neliputkielementin alapuolelle. Kylmävesiputkissa veden lämpötila on matala ja niitä ei tarvitse eristää, jos niitä ei asenneta liian lähelle maapinta. Käytetään kuvan 18 mukaisia Uponor siniraita PEM -muoviputkea.



KUVA 18 Kylmävesiputki PEM (16)

8.1 Vesi- ja viemärisuunnittelu

Vesi- ja viemärlaitteistot suunnitellaan pääsääntöisesti Suomen rakentamismääräyskokoelman D1:n mukaan (13). Raportin liitteessä 8, 9 ja 10 on asuinrakennuksien vesi- ja viemärisuunnitelmat.

8.1.1 Vesijohtojen mitoitus

Kun kylmä-, lämmin- ja lämpimänkäyttövedenkiertoputket tulevat rakennukseen, vaihdetaan muoviputkesta kupariputkeen. Kupariputket johdetaan jakotukkeihin asti, joka sijoitetaan pesuhuoneen alas laskettuun kattoon. Jakotukkien jälkeen kaikki vesiputket on 15 mm pex-muoviputkea. Kaikki muoviputket jakotukeista vesipisteisiin asti viedään alas lasketussa katossa ja seinärakenteessa. Pesuaitaiden alapuolelle asennetaan hanakulmarasiat tai suihkuissa ne asennetaan suihkusekoittajan kohdalle.

Tähän kohteeseen suunnitellaan asuntokohtaiset vesimittarit eli jokaiseen huoneistoon tulee oma vesimittari. Pari vesimittarit sijoitetaan kaikissa huoneistoissa pesuhuoneen alas laskettuun kattoon. Vesimittarien jälkeen asennetaan kylmä- ja lämminveden jakotukit.

Vesijohtojen mitoituksessa käytetään kalusteiden normivirtaamien summia muutettuna mitoitusvirtaamiksi. Taulukossa 14 on vesikalusteiden käytettävät normivirtaamat.

TAULUKKO 14 Vesikalusteiden käytettävät normivirtaamat

Vesipiste ¹⁾	Normivirtaama q, dm ³ /s	
	Kylmä vesi	Lämmin vesi
Astianpesuallas	0,2	0,2
Astianpesukone kotitaloudessa	0,2	(0,2)
Pesuallas	0,1	0,1
Suihku	0,2	0,2
Kylpyamme	0,3	0,3
WC-istuin	0,1	-
Pesukone kotitaloudessa	0,2	-
Pesukone talopesulassa tai vastaavassa	0,4	-
Vesiposti pientalossa, DN 15	0,2	-
Vesiposti kerrostalossa, DN 20	0,4	-
Laskuhana, tasapohja-allas	0,2	0,2
Pesuistuin	0,1	0,1
Urinaalin huuhteluventtiili	0,4	-
Urinaalin huuhteluhana	0,2	-
Ryhmäpesuallas (n kpl)	0,07 + 0,03 n	0,07 + 0,03 n
Sarjaan kytketyt urinaalit (n kpl)	0,14 + 0,06 n	-
Ryhmäsuihku (n kpl)	0,14 n	0,14 n
Teollisuus ym. laitteet	Lask. erikseen	-

¹⁾ Jos vesikalusteissa on vaihtoehtoisia ulostuloja, otetaan mitoituksessa huomioon vain suurimman virtaaman antava ulostulo. Ulostuloksi luetaan tässä yhteydessä myös järjestely, jossa kalusteesta johdetaan vesi jollekin laitteelle, esimerkiksi pesukoneelle, helposti irrotettavan kytkennän kautta.

Esimerkiksi asunnon C1 normivirtaamien summat näkyvät taulukossa 15. Kaikissa asunnoissa on yhtä monta vesipistettä, ja sen takia kaikissa normivirtaamien summa on yhtä suuri.

TAULUKKO 15 Normivirtaamien summat

Kylmävesi (dm ³ /s)		Lämminvesi (dm ³ /s)	
Pesuallas	0,1	Pesuallas	0,1
Suihku	0,2	Suihku	0,2
Pesukone	0,2	Keittiöallas	0,2
WC-istuin	0,1	Yhteensä	0,5
Keittiöallas	0,2		
Yhteensä	0,8		

Kaikki kytkentäjohdot suunnitellaan omana muoviputkena. Suomen rakentamismääräyskokoelman D1 on esitetty kytkentäjohtojen enimmäispituudet, jotta vältetään paineiskuja. Valittuja 15 mm pex-muoviputkien sisähalkaisijat on 10 mm ja taulukon 16 mukaisesti enimmäispituus on 12 m, jos normivirtaama on 0,2, ja vastaavasti 15 m, jos normivirtaama on 0,1.

TAULUKKO 16 Muovisten kytkentäjohtojen valintataulukko. Enimmäispituuden ohjearvo on esitetty paineiskujen pienentämiseksi

Normivirtaama dm ³ /s	Putken d _s mm	Virtausnopeus m/s	Painehäviö kPa/m	Kytkenäjohtojen enimmäispituus, m
0,1	10	1,3	2,6	15
	12 ¹⁾	0,9	1,1	15
0,2	10	2,6	8,8	12
	12 ¹⁾	1,8	3,7	12
	13	1,5	2,5	20
0,3	10	3,8	18,2	10
	12 ¹⁾	2,7	7,5	10
	13	2,3	5,1	15
0,4	13	3,0	8,6	10
	16 ¹⁾	2,0	3,2	10
	20 ¹⁾	1,3	1,1	15
	20	1,3	1,1	20

¹⁾ Monikerrosputki.

Lämmin käyttöveden odotusaika saa olla maksimi 10 sekuntia D1:n mukaan. Vesikalusteiseen on mahdollista saada lämmintä vettä alle 10 sekunnin ajan, koska kytkentäjohtojen sisähalkaisijat ovat vain 10 mm.

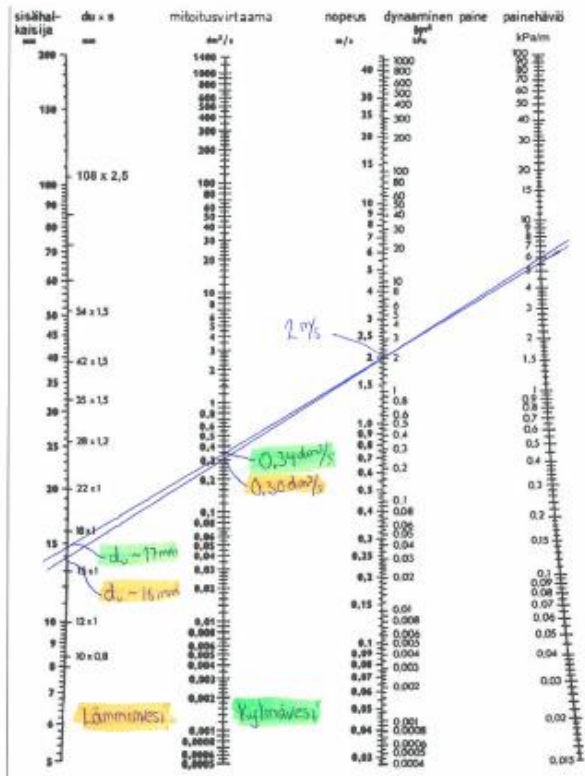
Kuparisyöttöputket mitoitetaan taulukon 15 normivirtaamien summan perusteella. Suomen rakentamismääräyskokoelman D2:n mukaan kylmän veden mitoitusvirtaamaksi tulee 0,34 dm³/s, kun normivirtaaman summa on 0,8 dm³/s (taulukko 17). Vastaavasti lämminvien mitoitusvirtaamaksi tulee 0,30 dm³/s, kun normivirtaaman summa on 0,5 dm³/s (taulukko 17).

TAULUKKO 17 Jakojohdojen mitoitusvirtaama

Normivirtaamien summa Q dm ³ /s	Mitoitusvirtaama q ¹⁾ dm ³ /s q _{mit} (dm ³ /s)		
	0,1	0,2	0,3
0,1	0,1	-	-
0,2	0,16	0,2	-
0,3	0,18	0,26	0,3
0,4	0,20	0,28	0,36
0,5	0,21	0,30	0,38
0,6	0,23	0,31	0,40
0,7	0,24	0,33	0,41
0,8	0,25	0,34	0,43
0,9	0,26	0,35	0,44
1,0	0,27	0,36	0,45

Lämmin- ja kylmävesijohtojen maksimi nopeus äänien ja paineiskujen takia on 2 m/s. Taulukon 18 mukaan lämpimän veden jakojohdojen ulkohalkaisijaksi riittäisi 16 mm ja kylmän veden jakojohdojen 17 mm. Jakojohdotputkien kooksi valitaan sekä kylmä- että lämminvesiputkissa seuraava koko ylöspäin, siis 18 mm:n kupariputki.

TAULUKKO 18 Kupariputkien mitoitus



8.1.2 Viemärijohtojen mitoitus

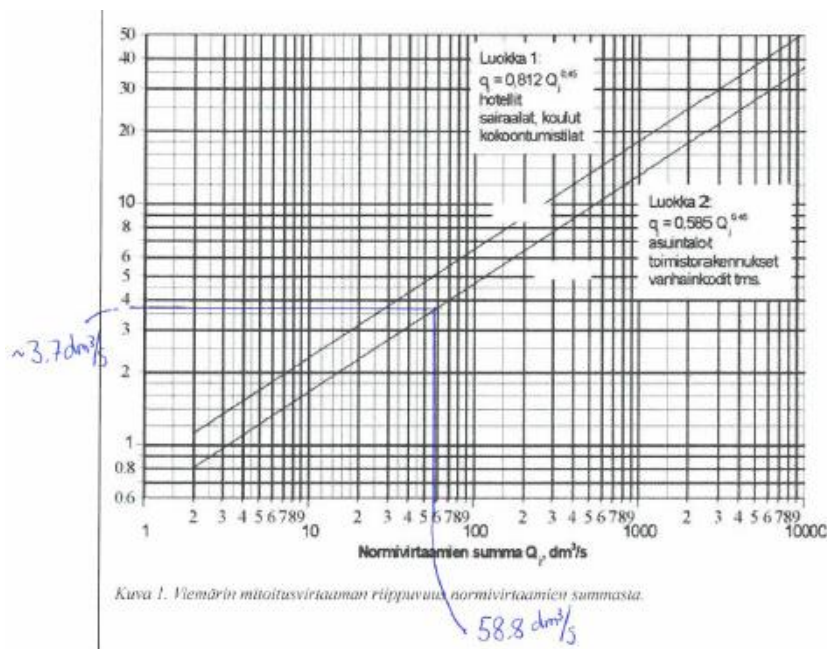
Viemäripisteen pitää pystyä poistamaan 1,5 kertaa siihen tulevat normivirtaamat. Esimerkiksi keittiönhanan veden normivirtaama on $0,2 + 0,2 = 0,4 \text{ dm}^3/\text{s}$. Viemäripisteiden normivirtaamaksi tulee silloin $0,4 \times 1,5 = 0,6 \text{ dm}^3/\text{s}$. Edelliseen sääntöön on kaksi poikkeusta. WC-istuimen viemäri mitoitetaan normivirtaamalla $1,8 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja lattiakaivot normivirtaamalla $1,5 \text{ dm}^3/\text{s}$. Suihkujen lattiakaivot riittäisivät normivirtaamalla $0,6 \text{ dm}^3/\text{s}$ mutta Pietarsaaren kaupunki ei hyväksyvät sitä. He vaativat, että kaikki lattiakaivot mitoitetaan normivirtaamalla $1,5 \text{ dm}^3/\text{s}$, koska esim. jos joku haluaa tyhjentää kylpyammeen. Taulukossa 19 on yhden asunnon viemäripisteiden normivirtaamien summa.

TAULUKKO 19 Viemäripisteiden normivirtaamat

Viemäri (dm ³ /s)	
Pesuallas	0,3
Lattiakaivo	1,5
WC-istuin	1,8
Keittiöviemäri	0,6
Yhteensä	4,2

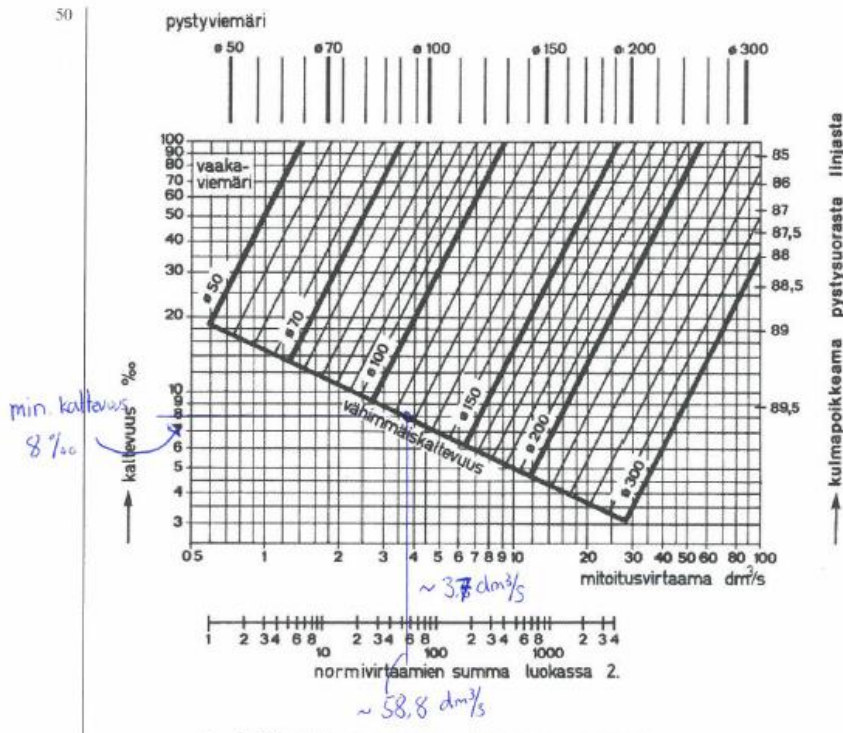
Täällä kerrotaan yksi mitoitus esimerkki talosta B ja C. B-talossa on yhteensä 6 asuntoa ja C-talossa 8, yhteensä 14 asuntoa. Viemäripisteiden normivirtaamat yhdestä asunnosta on taulukon 18 mukaan 4,2 dm³/s. B- ja C- talojen normivirtaamaksi tulee siis 4,2 x 14 = 58,8 dm³/s. Mitoitusvirtaamaksi tulee taulukon 20 mukaisesti noin 3,7 dm³/s.

TAULUKKO 20 Viemäriin mitoitusvirtaaman riippuvuus normivirtaamien summasta



Viemäriputken koko ja minimi kaato valitaan taulukon 21 mukaisesti. Sopiva koko kuvan mukaisesti on 150 mm, joka on putken sisähalkaisija. Valittu putken ulkohalkaisija on 160 mm ja minimikaltevuus on 0,8 cm/m.

TAULUKKO 21 Koot ja kaltevuudet muoviputkelle

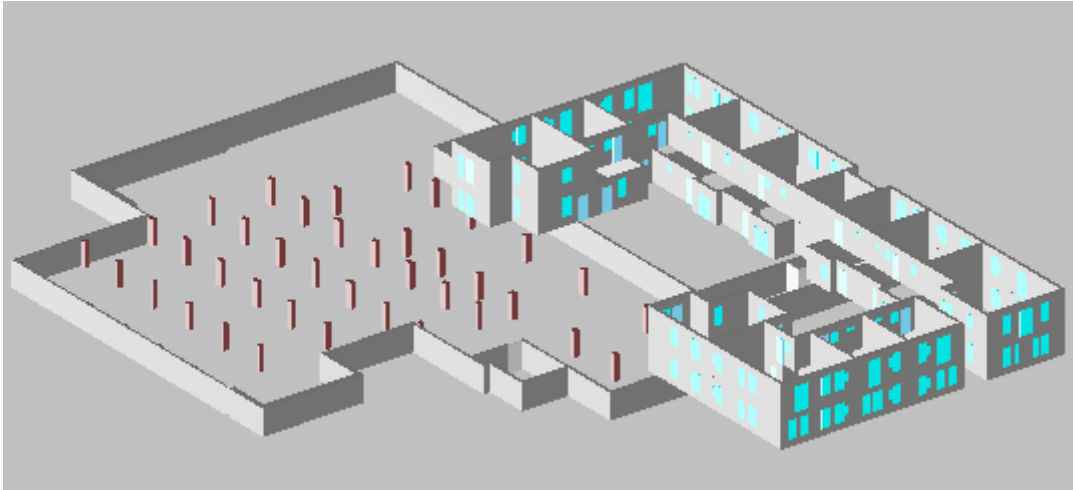


8.2 Lämmityssuunnittelu

Kaikkiin huoneistoihin tulee lattialämmitys. Lattialämmityksen mitoitus ja suunnittelun tekee Roth-nordicilla, joka on Euroopan johtava LVI-järjestelmien valmistaja. Tässä työssä lasketaan vain rakennuksien lämpöhäviöt ja niiden perusteella mitoitetaan runkoputkien koot.

8.2.1 Lämpöhäviöiden laskenta

Rakennuksen lämpöhäviöt lasketaan Suomen rakentamismääräyskokoelman D3:n mukaan. Tässä työssä lämpöhäviön laskennassa on käytetty apuna MagiCAD Roomia. Sillä mallinnetaan rakennuksien seinät, ikkunat ja ovet. Lisäksi pitää sijoittaa sisälämpötila, tuloilmanlämpötila, tulo- ja poistoilmavirrat sekä ilmanvaihtokerroin. Ohjelma laskee pinta-alat sekä tilavuudet, kun on mallinnettu seinärakenteet. Kuvassa 19 on rakennuksen mallinnus MagiCAD Roomia käyttäen. Kuvassa on A-, B- ja C-talot sekä kellarikerroksen paikoitustila.



KUVA 19 Rakennuksien mallinnus ja lämpöhäviöiden laskenta MagiCAD Roomissa

Otetaan yksi esimerkki, millä tavalla lämpöhäviöt lasketaan MagiCAD Roomia käyttäen. Kuvassa 20 on asunnon C1 lämpöhäviöiden laskenta. Ohjelmaan syötetään seuraavat tiedot:

- asunnon nimi ja käyttäjäkoodi
- asunnon korkeus
- tulo- ja/tai poistoilmavirrat
- ilmanvaihtokerroin
- tuloilman lämpötila
- huoneen lämpötila.

Ohjelmaan on syötetty myös välipohja (roof slab -kohdalla), koska asunnon yläpohjan yläpuolella on vielä toinen kerros ja katosta noin 75 % on välipohjaa. Asunnon kokonaislämpöhäviöt ovat 1488 W ja nettopinta-ala on 41,1 m². Silloin lämpöhäviöt ovat $1488 \text{ W} / 41,1 \text{ m}^2 = 36,2 \text{ W/m}^2$.

MagiCAD-R - Room

Room

User code: C1

Room name: Asunto C1

Note

Room height [mm]: 2800

Area (gross/net)[m²]: 48.7 / 41.1

Room volume (gross/net)[m³]: 136.3 / 115.1

Ventilation

By manual values

Supply airflow [l/s]: 24 [m³/h] 86

Extract airflow [l/s]: 25 [m³/h] 90

Primary flow for automatic values Supply Extract

By area

Extract airflow [l/s,m²]: 0.6 [m³/h,m²] 2.2

By times per hour

Extract airflow [1/h]: 0.8

Supply airflow by percent of extract: 96

Air exchange rate [1/h]: 0.16

Temperatures

Temperature setpoint for heating [°C]: 21.0

Supply air temperature [°C]: 18.0

Transfer air temperature = outside temperature

Transfer air temperature [°C]: -29.0

Roof Slab Exception

Roof slab: VP1 Välipohja 1

Area coverage from room area [%]: 75

Use outside temperature

Background temperature [°C]: 16.0

Floor Slab Exception

Floor slab: -

Area coverage from room area [%]: 0

Background temperature [°C]: 0.0

Heat Loss

Total heat loss [W]: 1488

Manual value

Manually given heat loss [W]: 0

Heat loss analysis...

Ok Cancel

KUVA 20 Asunto C1 lämpöhäviöiden laskenta

8.2.2 Lattialämmityksen syöttöjohtojen mitoitus

Lämmityksen mitoituksessa käytetään luvun 8.2.1 tehoja. Asunnon C1 lämpöhäviöteho on 1488 W. Sen lisäksi pitää ottaa huomioon yläpuolella olevan asunnon (C5) lämpöhäviöt. Samalla ohjelmalla laskettuna sen lämpöhäviöteho on 1404 W ja yhteen laskettu lämpöhäviöteho on 2902 W (2,9 kW).

Excelin avulla on laskettu lämpörunkojohtojen tarvittavat koot. Lattialämmitysrunkoputkien menoveden lämpötilana on käytetty 35 °C:ta ja paluueden lämpötilana 30 °C:ta. Ominaislämpökapasiteetti (c_p) on 4,179 kJ/kg°C ja tiheys (ρ) 994,68 kg/m³. Virtaama on laskettu kaavan 11 mukaisesti.

$$q_v = \frac{\emptyset}{c_p * \rho * \Delta T}$$

KAAVA 11

jossa

q_v = virtaama, m³/s

\emptyset = lämpöhäviöt, kW

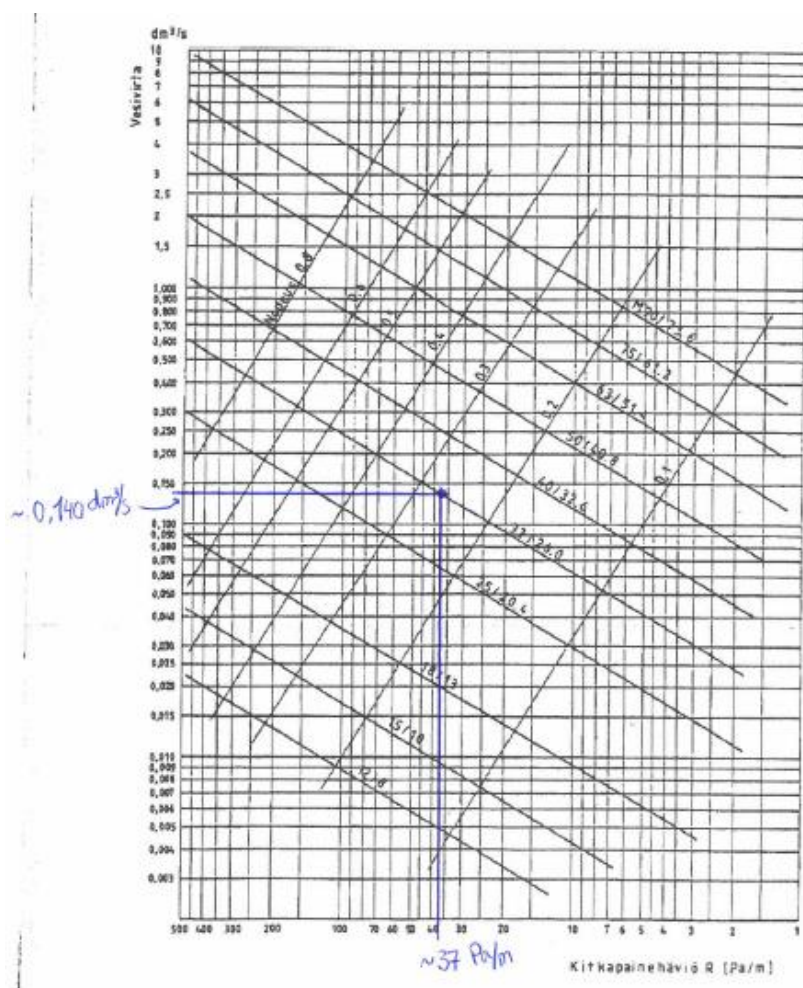
c_p = ominaislämpökapasiteetti, kJ/kg°C

ρ = tiheys, kg/m³

ΔT = lämpötilaero, °C

Kun sijoitetaan edelliset arvot kaavaan 11, saadaan virtaamaksi 0,000140 m³/s tai 0,140 dm³/s. Muoviputkien koon mitoitus on suoritettu taulukon 21 mukaisesti. Maksimi painehäviöinä metriä kohti on käytetty 60 Pa/m. Taulukon 22 mukaisesti sopiva putki on Uponor Ecoflex Quattron 32 x 2,9 mm ($d_u \times s$) ja sen painehäviöksi tulee 37 Pa/m. Taulukossa 22 on esimerkkitalon painehäviötaulukko.

TAULUKKO 22 Muoviputkien painehäviötaulukko



Lämmitysputkien mitoitus kaikkien asuntoihin tehdään samalla tavalla. Se tulee yhteensä 12 kpl Uponor Ecoflex Quattro neliputkielementtejä (katso kuva 17). Niistä 8:n kooksi tulee 32 mm ja loppujenneljän kooksi 40 mm. Taulukossa 23

on laskettu kaikkien neliputkielementtien virtaamat ja tehot. Lisäksi liitteessä 8 on piirustus näiden putkien sijoittamisesta.

TAULUKKO 23 Uponor Ecoflex Quattro putkien tehot, virtaamat ja koot

Kulvertit	Asunnot	∅ (W)	∅ (kW)	T _{meno} (°C)	T _{paluu} (°C)	ρ (kg/m ³)	c _p (kJ/kg°C)	q _v (m ³ /s)	q _v (dm ³ /s)	d _u (mm)	R (Pa/m)
A	A1 & A6	3812	3,8	35	30	994,68	4,179	0,00018	0,183	32	60
B	A2 & A7	2399	2,4	35	30	994,68	4,179	0,00012	0,115	32	28
C	A3 & A8	4571	4,6	35	30	994,68	4,179	0,00022	0,220	40	30
D	A4 & A9	3211	3,2	35	30	994,68	4,179	0,00015	0,154	32	49
E	A5 & A10	3385	3,4	35	30	994,68	4,179	0,00016	0,163	32	51
F	B1 & B4	2434	2,4	35	30	994,68	4,179	0,00012	0,117	32	28
G	B2 & B5	3169	3,2	35	30	994,68	4,179	0,00015	0,152	32	48
H	B3 & B6	5204	5,2	35	30	994,68	4,179	0,00025	0,250	40	38
I	C1 & C5	2902	2,9	35	30	994,68	4,179	0,00014	0,140	32	37
J	C2 & C6	2332	2,3	35	30	994,68	4,179	0,00011	0,112	32	27
K	C3 & C7	4377	4,4	35	30	994,68	4,179	0,00021	0,211	40	29
L	C4 & C8	4006	4,0	35	30	994,68	4,179	0,00019	0,193	40	23
			41,8						2,011		

Kuvasta nähdään että yhteenlaskettuna kaikki asuntojen tehot ovat 41,8 kW ja virtaamat 2,011 dm³/s. Näiden arvojen perusteella mitoitetaan kellarikerroksen katossa olevat runkoputket.

8.3 Ilmanvaihtosuunnittelu

Tiloihin suunnitellaan asuntokohtainen ilmanvaihto, eli jokaiseen asuntoon tulee omaa ilmanvaihtokone. Koska asunnot ovat lähes samanlaisia, suunnittelu toistuu jokaisessa. Sen takia tässä työssä on kirjoitettu vain yksi asunto esimerkiksi. Suunnitteluperusteena käytetään Suomen rakentamismääräyskokoelma D2, liite 1. Liitteessä 11 on asunnon C1 ilmanvaihtosuunnittelu.

Asunnot suunnitellaan hieman alipaineisiksi. Asunnon C1 pinta-ala on vain 41,7 m². Sen vuoksi asuntoon tarvittavat ilmavirrat ovat pieniä, tuloilma 27 dm³/s ja poistoilma 28 dm³/s. Lisäksi on liesituuletin, joka voidaan käynnistää ruoanlaittoissa sekä tarpeen mukaan. Tuloilma puhalletaan makuuhuoneeseen (12 dm³/s) sekä olohuoneeseen (15 dm³/s). Ilma poistetaan vastaavasti pesuhuoneesta (15 dm³/s), eteisestä (5 dm³/s) sekä keittiöstä (8 dm³/s).

Ilmanvaihtokoneeksi valitaan Vallox 096 MC, R-malli. Kone sijoitetaan eteiseen, ulko-oven viereen. Kuvassa 21 on valittavan ilmanvaihtokoneen malli.



KUVA 21 Vallox 096 MC, Ilmanvaihtokone

Sisäänotto ja ulospuhallus otetaan samasta säleiköstä. Jäteilma puhalletaan suoraan ulos ja ulkoilma otetaan päätelaitteen alaosasta. Tämä malli sopii tällaiseen paikkaan missä ulko- ja jäteilma on pakko ottaa samasta paikasta. Kuvassa 22 näkyy laitteen ulkonäkö.



KUVA 22 Etsnord RVB yhdistetty ulko- ja jäteilmalaite

Kanavat suunnitellaan alaslaskettuun kattoon. Niitä ei tarvitse eristää, koska tila alas lasketussa katossa on lämmin. Ulko- ja jäteilmakanavat joudutaan kondenssieristää. Liesituuletin kanava paloeristetään EI30 vaatimuksen mukaisesti. Liesituulettimen kanava menee 2. kerroksen läpi ja ylös vesikatolle. Liitteessä 11 on asunnon C1 ilmanvaihtosuunnittelu.

Tulo- ja poistoilmakanavalle asennetaan äänenvaimentimet, jotta huoneissa äänitaso ei ylitä D2:n asetetut maksimi vaatimukset. Alas lasketussa katossa on niin vähän tilaa, että joudutaan käyttämään suorakaideäänenvaimentimia. Käytettävien äänenvaimentimien merkki on Lindab ja malli KVAP. Kuvassa 23 näkyy käytettävien äänenvaimentimien malli.



KUVA 23 Äänenvaimennin Lindab KVAP

9 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli tehdä LVI-suunnitelmat Snellmanin vanhaan makkaratehtaan, joka remontoidaan ja jonne rakennetaan uusia asuntoja, uima-allasrakennus, toimistotilat sekä paikoitustila henkilöautoille. Parkkihalliin (44 autopaikat) suunniteltiin toimiva ilmanvaihto sekä savunpoisto, joka täyttää tämän päivän vaatimukset. Työssä suunniteltiin myös uima-allasrakennuksen ilmanvaihto sekä korttelin sadevesijärjestelmä. Lisäksi projektiin kuului kellarikerroksen katossa sijaitsevien lämpö- ja vesijohtojen rungot.

Ilmanvaihdon suunnittelu uima-allasrakennukseen poikkea aika paljon tavanomaisesta ilmanvaihdon suunnittelusta ja vaatii siksi suunnittelijalta erikoisosaaamista. Uima-allas haihduttaa paljon kosteutta, erityisesti kun sitä käytetään, ja kosteus pitää poistaa tilasta. Uima-allas kannattaa peittää aina, kun sitä ei käytetä. Altaan peittäminen pienentää huomattavasti veden haihduntaa uima-altaasta ja myös kosteuden poistamiseksi tarvittavia ilmavirtoja. Tuloksina saatiin laskettua uima-allastilan tarvittavat poistoilmavirrat käyttöaikana 365 dm³/s, käyttöajan ulkopuolella 92 dm³/s (ei käyttäjiä) ja 9,2 dm³/s (kun allas on peitetty).

Haasteena uima-allasrakennuksiin oli suunnitella toimiva ilmanvaihto sekä tuloilmanjako. Altain sivussa on isot ikkunat ja tuloilmajako pitää olla suunniteltu hyvin, jotta vesihöyry ei kondensoidu ikkunapinnoille. Päätelaitteeksi valittiin Swegon IBIS W suutinkanava. Päätelaitteita jouduttiin räätälöidä hieman, jotta ne sopivat tähän kohteeseen ja tarkoitukseen. Lisäksi päätelaitteet ovat epoksinnoitettuja korroosiota vastaan.

Haasteena kellarikerroksen savunpoistosuunnittelussa oli laskea ja mitoittaa sopivat puhaltimet/luukut sekä varmistaa riittävä korvausilman saanti. Luukkujen mitoituksessa huomattiin, että katossa pitää olla isot aukot, jotta savunpoisto toimii painovoimaisena. Työssä sijoitettiin 2 savunpoistopuhallinta kellarikerroksen molempiin päihin. Yhteen laskettuna puhaltimien ilmavirrat ovat 16,2 m³/s. Korvausilman saanti ratkaistiin ajoliuskan ulko-oven kautta.

Loput suunnitelmat jatkuu vielä vähän aika mutta viimeistään lokakuun loppuun mennessä ne pitää olla valmiina. Korttelin perustamistyöt ovat alkaneet ja pian alkavat myös LVI-asennustyöt.

LÄHTEET

1. D2. (2012). 2011. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012. D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012_Suomi.pdf. Hakupäivä 12.8.2017.
2. Sandberg, Esa 2014. Ilmastointiteknikka osa 2. Ilmastointilaitoksen mitoitus. Tampere: Tammerprint.
3. Hokkanen, Niko 2015. Pysäköintihallin ilmanvaihto suuntapainepuhaltimella. Opinnäytetyö. Mikkeli: Mikkelin ammattikorkeakoulu MAMK, talotekniikan koulutusohjelma. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/87428/Hokkanen_Niko.pdf?sequence=1. Hakupäivä 13.8.2017.
4. E1. 2011. Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2011. E1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki. Ympäristöministeriö. Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ ja_ rakentaminen/Lainsaadanto_ ja_ ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Paloturvallisuus. Hakupäivä 20.8.2017.
5. E2. 2005. Tuotanto- ja varastorakennusten paloturvallisuus. Ohjeet 2005. E2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ ja_ rakentaminen/Lainsaadanto_ ja_ ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Paloturvallisuus. Hakupäivä 20.8.2017.
6. E4. 2005. Autosuojien paloturvallisuus. Ohjeet 2005. E4 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ ja_ rakentaminen/Lainsaadanto_ ja_ ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Paloturvallisuus. Hakupäivä 20.8.2017.

7. Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry 2012. RIL 232-2012. Rakennusten savunpoisto. Suunnittelu, toteutus ja ylläpito. Helsinki. Tammerprint.
8. RIL 232-2012 muutokset 1. painokseen 27.10.2016. Saatavissa: <http://www.ril.fi/kirjakauppa/ekirjat/ril-232-2012-rakennusten-savunpoisto-suunnittelu-toteutus-ja-yllapito-ekirja-p-587.html>. Hakupäivä 20.9.2017.
9. SMHA Hatch ja SMWH Wall Hatch. Fläkt Woods. Saatavissa: <http://www.flaktwoods.fi/products/air-movement-/fire-safety-fans/hatch-and-wall-hatch/#level-4>. Hakupäivä 29.9.2017
10. LVI 06-10451. 2012 (2009). Uimahallien ja virkistysuimaloiden LVIA-suunnittelu. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/kortistot/tuotteet/104527.html.stx> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 12.8.2017.
11. Kosteuslaskennat ja muunnokset helposti verkossa ja kentällä. Vaisala. Humidity Calculator 5.0. Saatavissa: <http://go.vaisala.com/humiditycalculator/5.0/>. Hakupäivä 14.8.2017.
12. SWG Uimahallikojesarja 2014. Ilmanvaihtokojeet. Mastervent Oy. Saatavissa: http://www.mastervent.fi/File/esitteet_iv-kojeet/SWG_uimahallikojeet_esitteet.pdf?286361. Hakupäivä 28.8.2017.
13. D1. 2007. Kiinteistön vesi- ja viemärlaitteistot. Määräykset ja ohjeet 2007. D1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: http://www.ym.fi/fi-FI/Maan kaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaaraysko koelma/Terveellisyys. Hakupäivä 19.8.2017.
14. Liikennöidyn tason pihakaivo. Peltitarvike. Saatavissa: <http://www.peltitarvike.fi/sadevesij%C3%A4rjestelm%C3%A4t/pihakaivot>. Hakupäivä 26.9.2017.
15. Uponor Ecoflex Quattro. Uponor, catalogue. Saatavissa: <http://info.uponor.fi/tuoteluettelo/eristetyt-ecoflexputkistot/tuotteet/uponor-ecoflex-quattro/uponor-ecoflex-quattro.aspx>. Hakupäivä 20.9.2017.

16. Uponor muoviputki siniraita. Netrauta.fi. Saatavissa:
<https://www.netrauta.fi/lvi/viemarointi-ja-jatevesi/viemariputket-ja-osat/viemariputket/muoviputki-siniraita-pem-32-10-100m>. Hakupäivä 20.9.2017.

LIITTEET

Liite 1 Uima-altaiden laskennat

Liite 2 Kellarikerroksen ilmastointisuunnittelu

Liite 3 Uima-allasrakennuksen ilmastointisuunnittelu (1 kerros)

Liite 4 Uima-allasrakennuksen ilmastointisuunnittelu (2 kerros)

Liite 5 Kellarikerroksen viemärisuunnittelu

Liite 6 Koko korttelin viemärisuunnittelu (1 kerros)

Liite 7 Vesi- ja lämpörunkojohtojen suunnittelu kellarikerroksessa

Liite 8 A ja B talojen vesi- ja viemärisuunnittelu (1 kerros)

Liite 9 A ja B talojen vesi- ja viemärisuunnittelu (2 kerros)

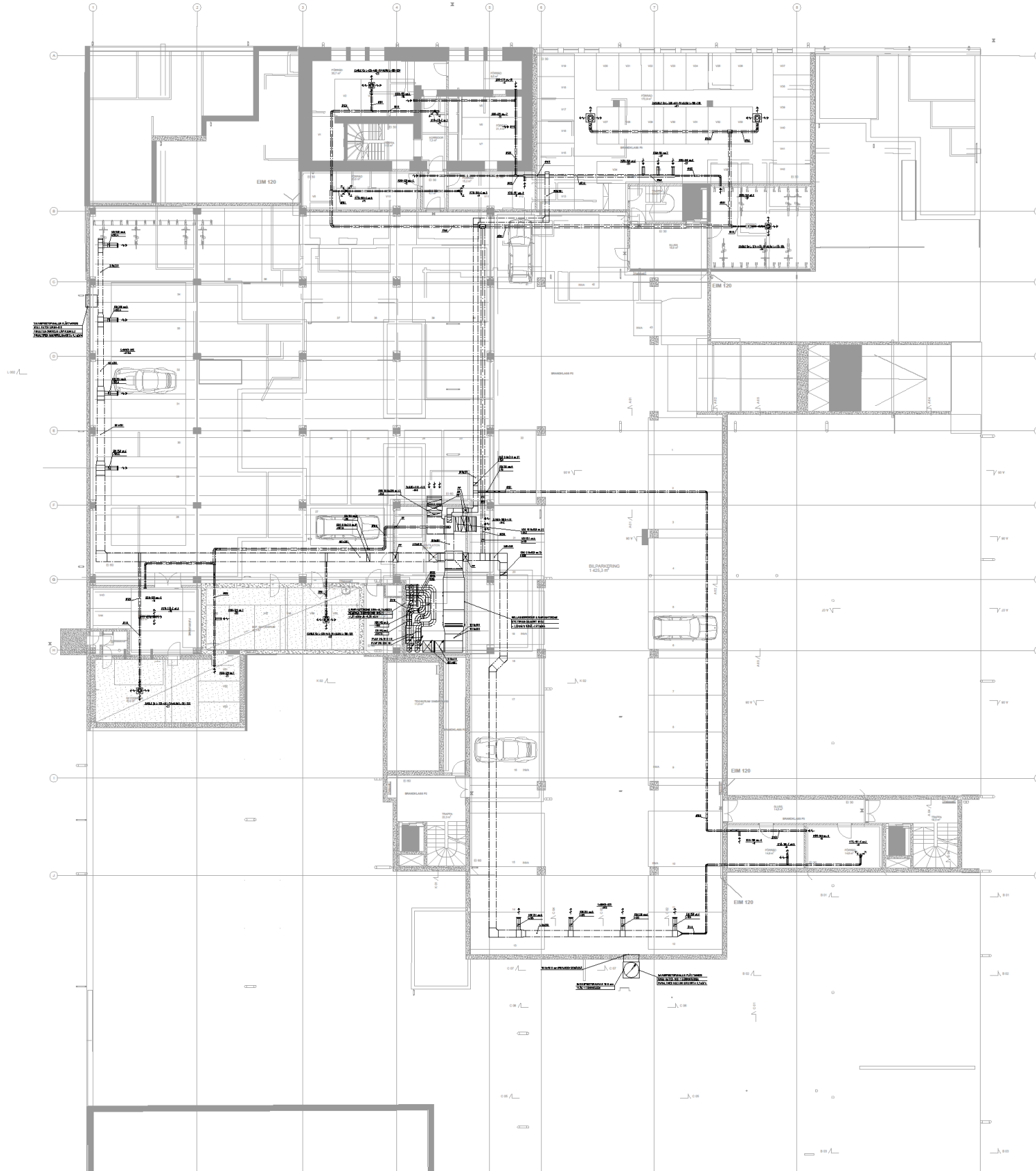
Liite 10 C1 ja C2 asuntojen vesi- ja viemärisuunnittelu (1 kerros)

Liite 11 C1 asunnon ilmastointisuunnittelu

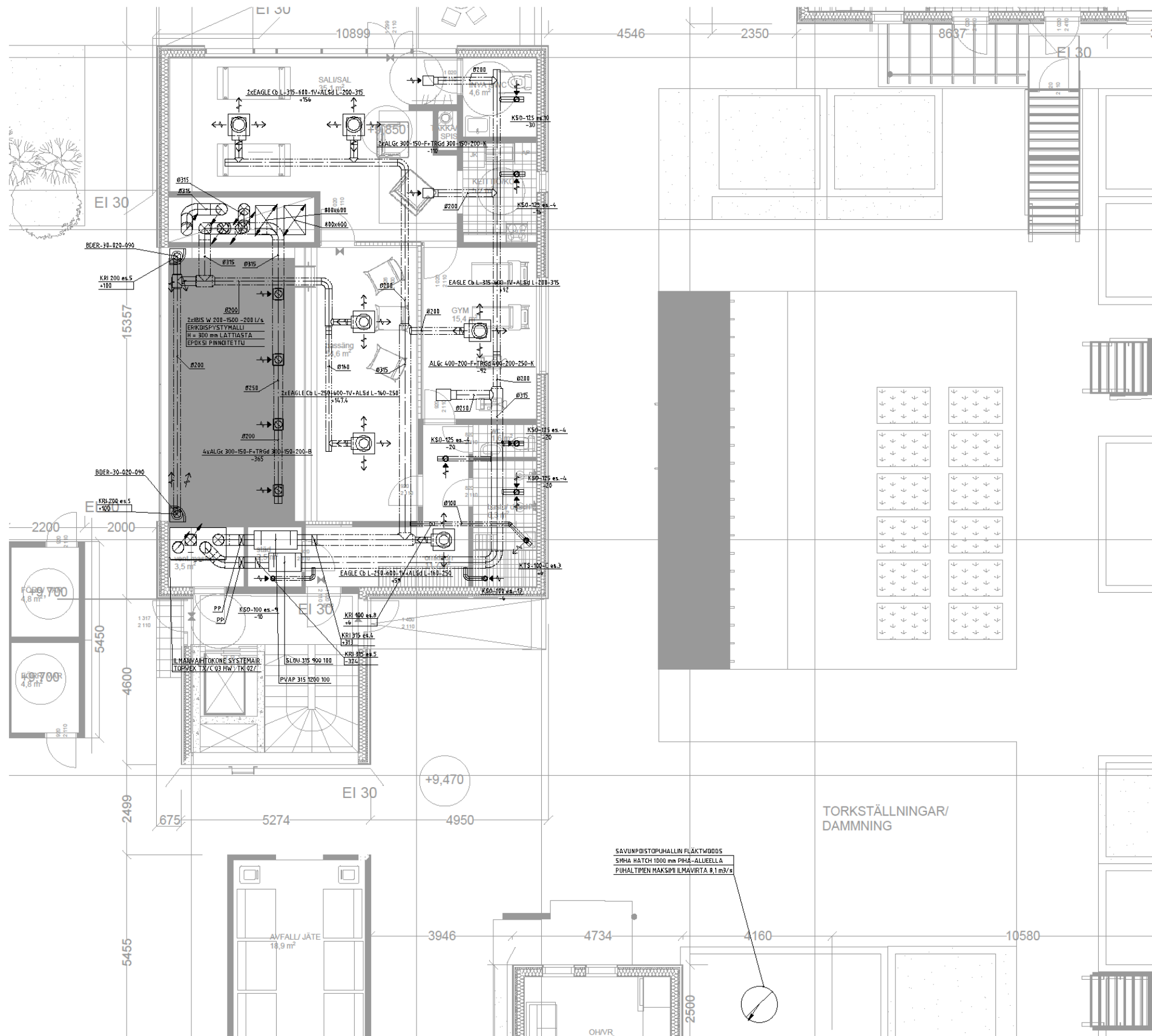
Veden haihdunta altaasta:		
$q_{vm} = A * B_x * (x_v - x_i)$	0,00232	kg/s
	8,35	kg/h
q_{vm} = haihtuvan veden massavirta (kg/s)		
A = altaan pinta-ala (m ²)	30,0	
B _x = kokemuseräinen haihtumiskerroin (kg/m ² s)	0,0087	
x _v = kylläisen ilman vesisisältö allasveden lämpötilassa (kg/kg _{kuivaa ilmaa})	0,022763	
x _i = ilman vesisisältö (kg/kg _{kuivaa ilmaa})	0,013873	
Veden haihdunta altaasta (ei käyttäjiä):		
$q_{vm} = A * B_x * (x_v - x_i)$	0,00059	kg/s
	2,11	kg/h
q_{vm} = haihtuvan veden massavirta (kg/s)		
A = altaan pinta-ala (m ²)	30	
B _x = kokemuseräinen haihtumiskerroin (kg/m ² s)	0,0022	
x _v = kylläisen ilman vesisisältö allasveden lämpötilassa (kg/kg _{kuivaa ilmaa})	0,022763	
x _i = ilman vesisisältö (kg/kg _{kuivaa ilmaa})	0,013873	
Veden haihdunta altaasta (peitetty allas):		
$q_{vm} = A * B_x * (x_v - x_i)$	0,00006	kg/s
	0,21	kg/h
q_{vm} = haihtuvan veden massavirta (kg/s)		
A = altaan pinta-ala (m ²)	30	
B _x = kokemuseräinen haihtumiskerroin (kg/m ² s)	0,00022	
x _v = kylläisen ilman vesisisältö allasveden lämpötilassa (kg/kg _{kuivaa ilmaa})	0,022763	
x _i = ilman vesisisältö (kg/kg _{kuivaa ilmaa})	0,013873	

Allastilan tarvittava ilmavirta:		
$q_{mi} = \frac{q_{vm}}{x_p - x_t}$	0,4378	kg/s
$q_{vi} = \frac{q_{mi}}{\rho_i}$	0,365	m ³ /s
	364,8	l/s
q_{vi} = ilmavirta (m ³ /s)		
q_{mi} = ilmavirta (kg/s)		
ρ_i = ilman tiheys (kg/m ³)	1,2	
q_{vm} = haihtuvan veden massavirta (kg/s)	0,00232	
x_p = poistoilman vesisisältö (kg/kg _{kuivaa ilmaa})	0,0143	
x_t = tuloilman vesisisältö (kg/kg _{kuivaa ilmaa})	0,009	
Allastilan tarvittava ilmavirta (ei käyttäjiä):		
$q_{mi} = \frac{q_{vm}}{x_p - x_t}$	0,1107	kg/s
$q_{vi} = \frac{q_{mi}}{\rho_i}$	0,092	m ³ /s
	92,3	l/s
q_{vi} = ilmavirta (m ³ /s)		
q_{mi} = ilmavirta (kg/s)		
ρ_i = ilman tiheys (kg/m ³)	1,2	
q_{vm} = haihtuvan veden massavirta (kg/s)	0,00059	
x_p = poistoilman vesisisältö (kg/kg _{kuivaa ilmaa})	0,0143	
x_t = tuloilman vesisisältö (kg/kg _{kuivaa ilmaa})	0,009	
Allastilan tarvittava ilmavirta (peitetty allas):		
$q_{mi} = \frac{q_{vm}}{x_p - x_t}$	0,0111	kg/s
$q_{vi} = \frac{q_{mi}}{\rho_i}$	0,009	m ³ /s
	9,2	l/s
q_{vi} = ilmavirta (m ³ /s)		
q_{mi} = ilmavirta (kg/s)		
ρ_i = ilman tiheys (kg/m ³)	1,2	
q_{vm} = haihtuvan veden massavirta (kg/s)	0,00006	
x_p = poistoilman vesisisältö (kg/kg _{kuivaa ilmaa})	0,0143	
x_t = tuloilman vesisisältö (kg/kg _{kuivaa ilmaa})	0,009	

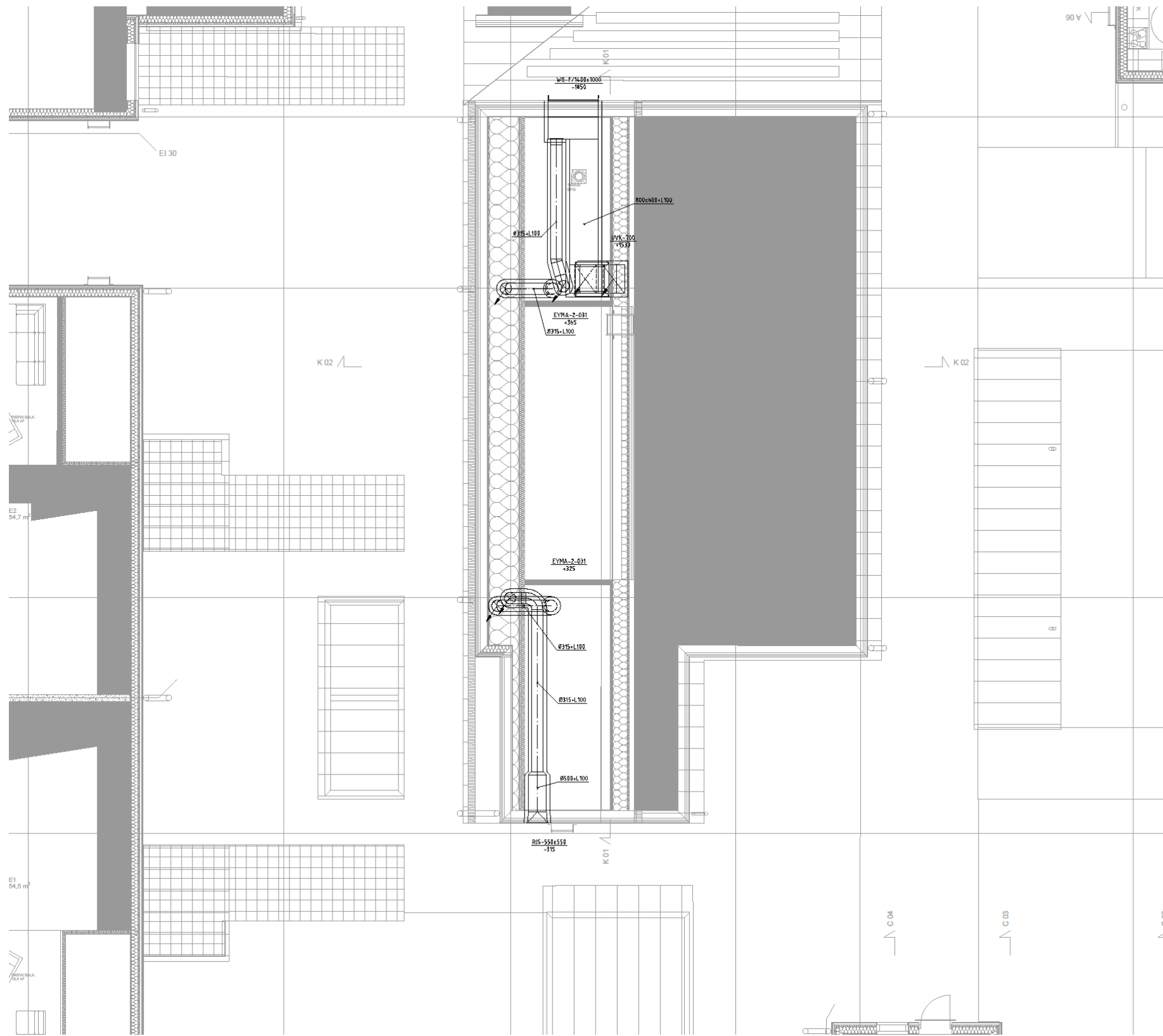
Haihtuminen aiheuttama jäähdytysteho (Q_j):		
$Q_j = r * q_{vm}$	5,7	kW
$r = 3158 - (2,4 * T_s)$	2437,6	kJ/kg
$r =$ veden höyrystymislämpö (kJ/kg)		
$q_{vm} =$ haihtuvan veden massavirta (kg/s)	0,00232	
$T_s =$ vesipinnan abs. Lämpötila (K)	300,15	
Haihtuminen aiheuttama jäähdytysteho (Q_j) (ei käyttäjiä):		
$Q_j = r * q_{vm}$	1,4	kW
$r = 3158 - (2,4 * T_s)$	2437,6	kJ/kg
$r =$ veden höyrystymislämpö (kJ/kg)		
$q_{vm} =$ haihtuvan veden massavirta (kg/s)	0,00059	
$T_s =$ vesipinnan abs. Lämpötila (K)	300,15	
Haihtuminen aiheuttama jäähdytysteho (Q_j) (peitetty allas):		
$Q_j = r * q_{vm}$	0,1	kW
$r = 3158 - (2,4 * T_s)$	2437,6	kJ/kg
$r =$ veden höyrystymislämpö (kJ/kg)		
$q_{vm} =$ haihtuvan veden massavirta (kg/s)	0,000059	
$T_s =$ vesipinnan abs. Lämpötila (K)	300,15	



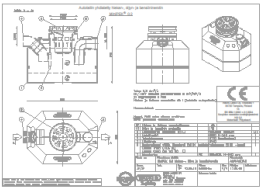
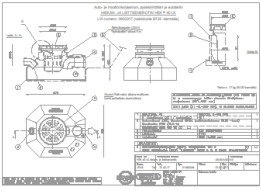
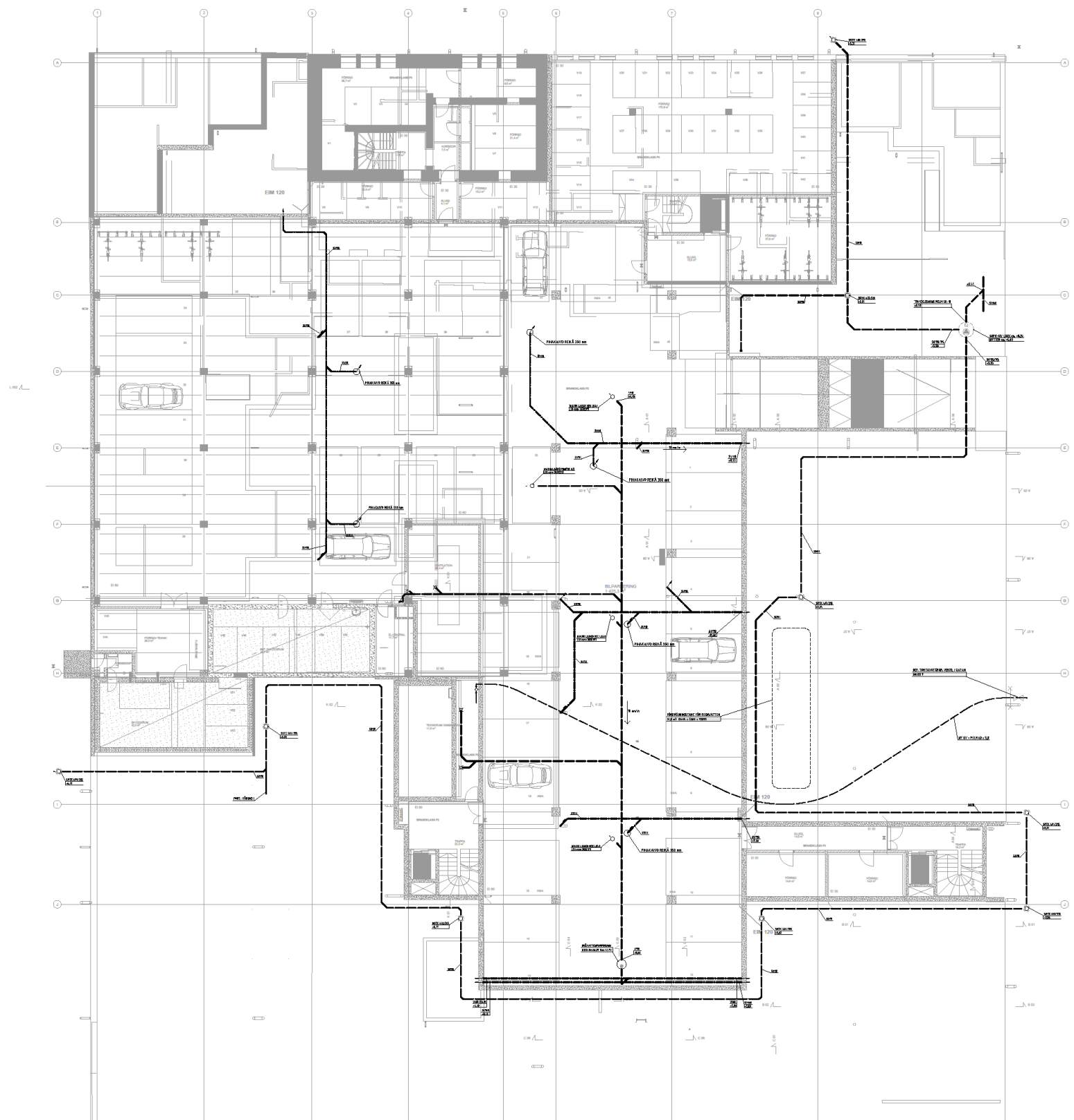
TILA KORTTELIN KORTTELIN SANKARIEN & HUIKKAJEN	OY 12 2	SUUNNITTELU 2	SUUNNITTELU KÄYTTÖSUUNNITTELU	1 1
SUUNNITTELU SUUNNITTELU SUUNNITTELU	SUUNNITTELU SUUNNITTELU SUUNNITTELU	SUUNNITTELU SUUNNITTELU SUUNNITTELU	SUUNNITTELU SUUNNITTELU SUUNNITTELU	SUUNNITTELU SUUNNITTELU SUUNNITTELU
BRAVIDA	SUUNNITTELU SUUNNITTELU	SUUNNITTELU SUUNNITTELU	SUUNNITTELU SUUNNITTELU	SUUNNITTELU SUUNNITTELU



KRA	KRITTELI	TAVITUS	VOIMAPAKEN	REKVIEMÄ
NORRPMALM	20	5		
KÄYTTÖKOHTE			ILMAVÄIKKE	1
UUDISRAKENNUS & MUUTOSRAKENNUS			ILMANVAHTOJÄRJESTELMÄ	1
SKATAGÅRDEN			ILMAVAIKKE	150
JAKOBEGATAN 22			KERROS 1 UIMA-ALLAS RAKENNUS	150
68000 JAKOBSTAD				
BRAVIDA		RAKIA	TYÖN	PIIRI
		LVI	1003	181
		PAIVYS	YHTIÖ	BOJJE HÄGGBLOM
		27.9.2017		

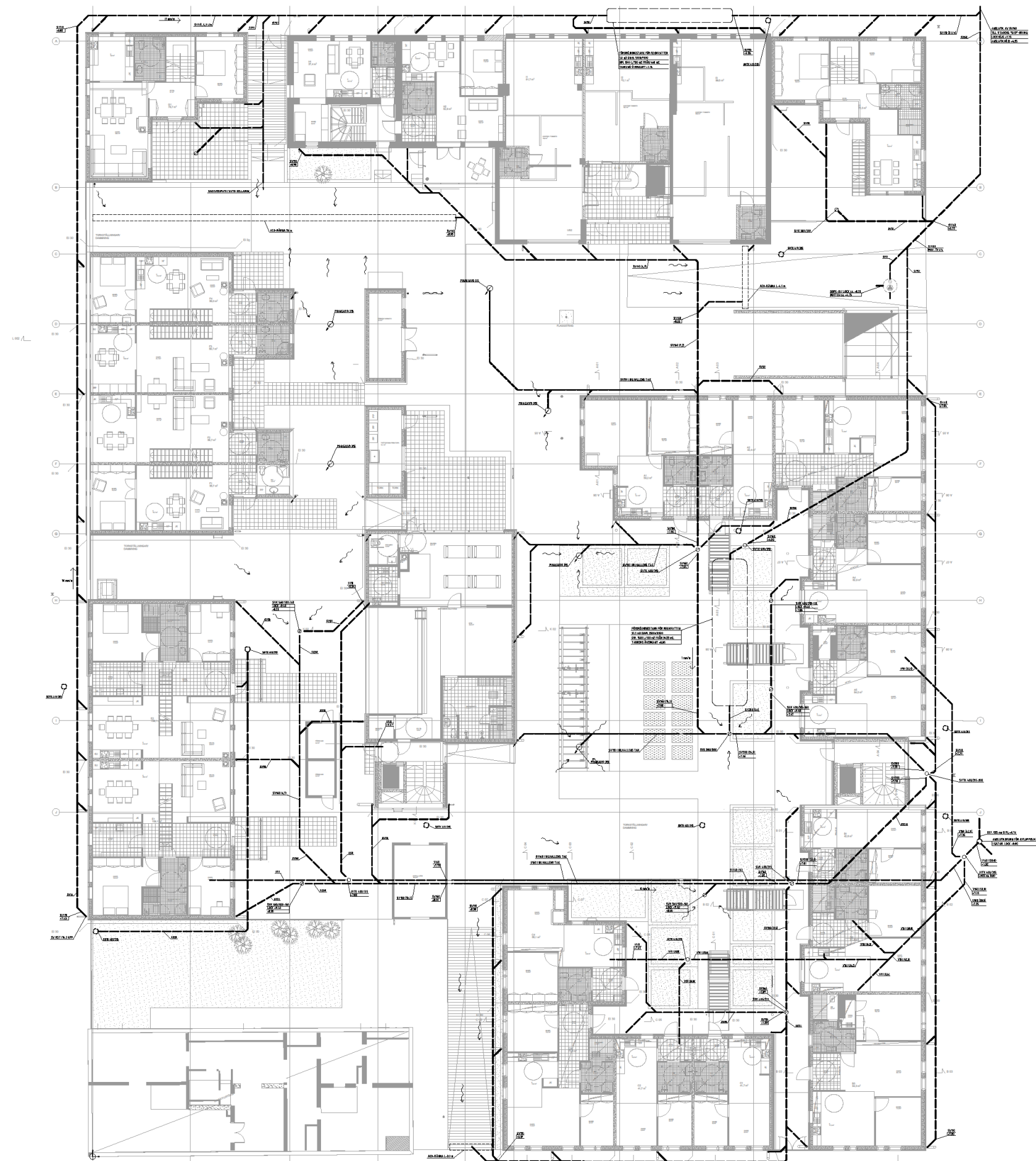


TÖRÖ NORRONALMI TIEDETIETOKENTÄ UUDISRAKENNUS & MUUTOSRAKENNUS	KÖYTYLÄ 20	SOYTYNEN 5	YRÄNVAIKUTUS PILKUTUS	JÄRJESTYS 1
	PILKUTUS ILMASTOINTIJÄRJESTELMÄT			WTA 1
TIEDETIETOKENTÄN SKATAGÄRLEN JAKOBSGATAN 22 48600 JAKOBSTAD	PILKUTUS KERROS 2 UIMA-ALLASRAKENNUS		WTA 1,58	WTA 1,58
	BRAVIDA			WTA 302
PILKUTUS 22.3.2017		PILKUTUS BÖRJE HÄGGELIN		



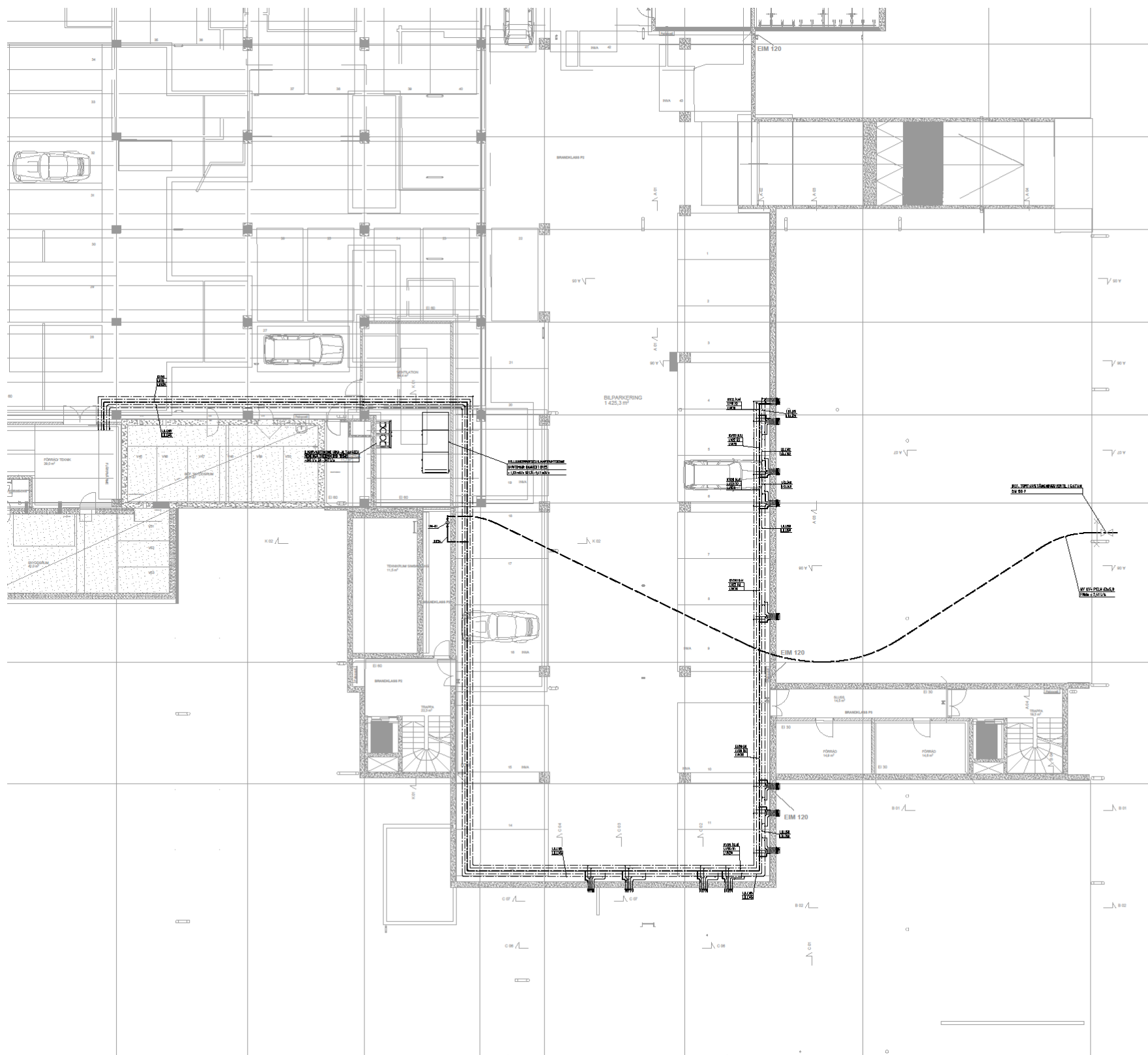
Al. Uppdaterade gärdsplanbrunnar 19.09.2017

PROJEKTHÄS SÄKERHETSREVIS SÄKERHETSREVIS	ARBETSTID 5	TEKNIK 12	TEKNIKENS BENÄMNING	
SÄKERHETSREVIS SÄKERHETSREVIS	SÄKERHETSREVIS SÄKERHETSREVIS	SÄKERHETSREVIS SÄKERHETSREVIS	TEKNIK SÄKERHETSREVIS	ANMÄRKNING 1
SÄKERHETSREVIS SÄKERHETSREVIS	SÄKERHETSREVIS SÄKERHETSREVIS	SÄKERHETSREVIS SÄKERHETSREVIS	TEKNIKENS BENÄMNING KÄLLANPLAN	ANMÄRKNING 1/01
BILAGA		TEKNIK	PROJ	ANMÄRKNING
BRAVIDA		VVS	003	A
TEKNIK	TEKNIK	TEKNIK	TEKNIK	TEKNIK
04.08.2017	04.08.2017	04.08.2017	04.08.2017	04.08.2017

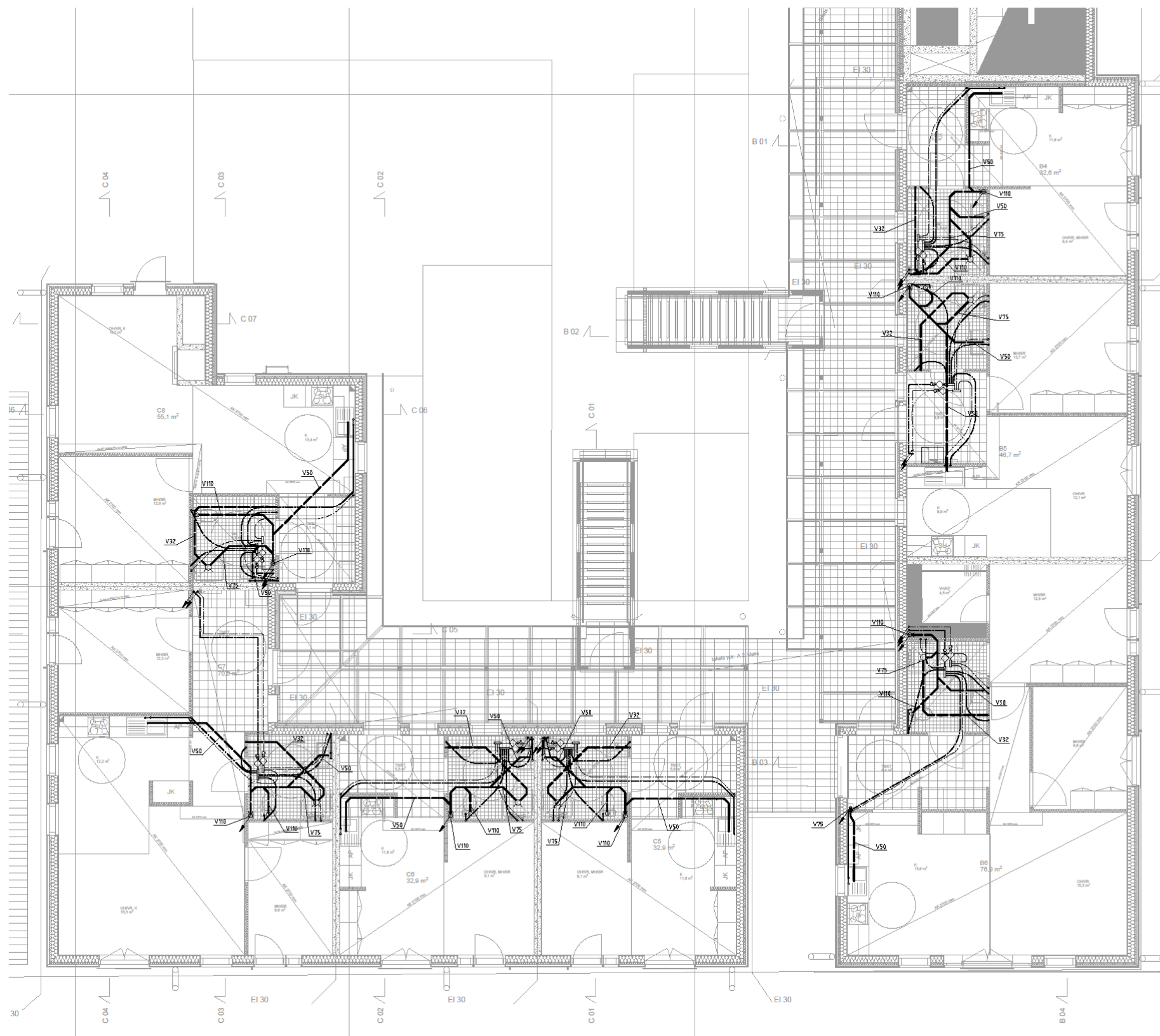


Al. Uppdaterade gätplansbunor 15.09.2017

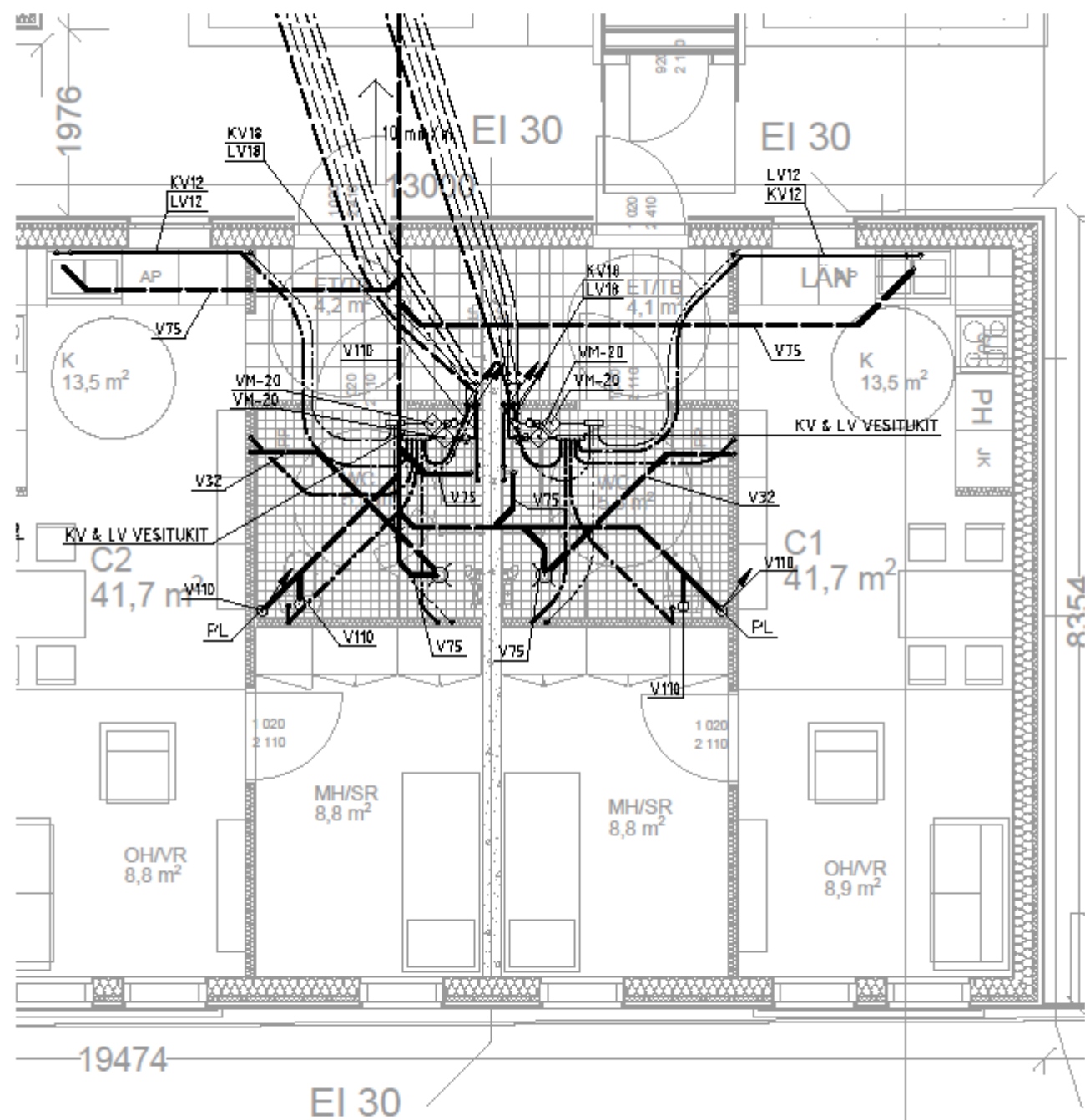
PROJEKT	ADRIETTIA	RETTIDIG	TEKNIKERENSKA
ADRIETTIA	13	5	1
NYTTJÄMNING & ÖPPNINGAR	AVLOPPSYSTEM	JÄRNS	1
SKATAGÅRDEN	VÄNNS 1	NYTTJÄMNING	1100
JAKOBSGATAN 22			
4600 JAKOBSTAD			
BRAVIDA	VVS	1003	101 A
04.08.2017	TRIEK	BOLE HÄGGELIN	



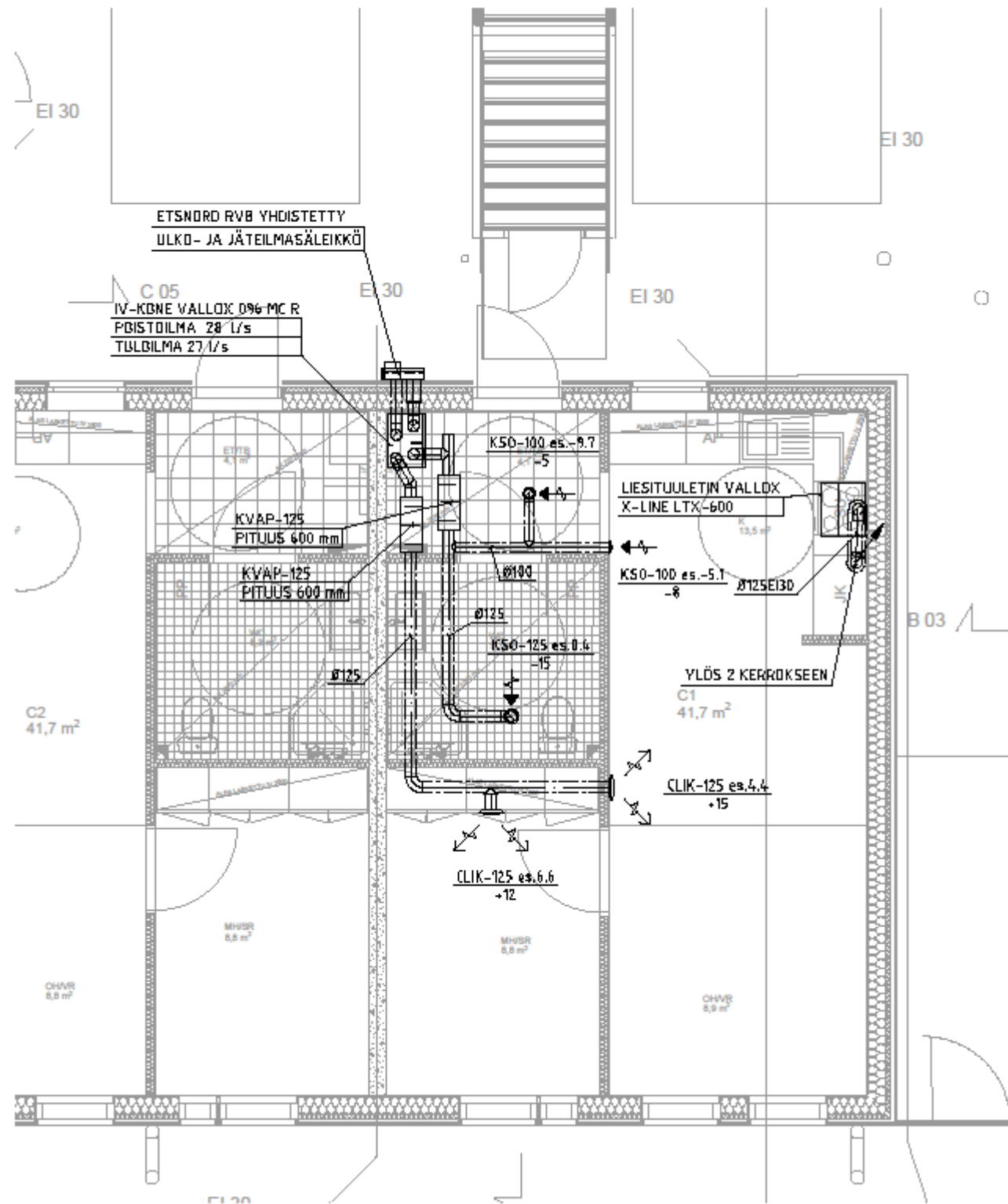
KRÄA	KORTTELINUMERO	TOIVITUSNUMERO	VIRKKAVALTUUSKORTTI	
NORDBÄLLEN	20	5	PIIRUSTUKSEN	LIIDENNUMERO
SANEERAUS- & UUGISRAKENNUS			VESI- & LÄMPÖJOHTOLAITTEET	1
KÄSIRKASTINEN NIMI JA Osoite			PIIRUSTUKSEN SUURUS	MITTAVAUDET
SKATAGÅRDEN JAKOBSGATAN 22 66400 JAKOBSÅD			KELLARIKERROS	1:100
BRAVIDA		ALUEKODI	TYÖNUMERO	PIIRUSTUKSEN KÄYTTÖN
		LVI	1003	101
		PROJEKTI	SIHTIKKO	KÄYTTÖN
		22.9.2017	BÖRJE HÄGGBLÖM	



TOIKO NORRONALMI	KORTTELIVUOKA 20	SOITTOVUOKA 5	VÄNÄKIVITIEDEKORITUS
TIIVENNITTEIDINNE LUUSIRAKENNUS & MAUTOSRAKENNUS			PIIKISTELU VESI- & VIEMÄRIJÄRJESTELMÄT
			JURUSK 1
TAIDENKORITUS SKATAGARLIEIN JAKOBSGATAN 22 48600 JAKOBSTAD			PIIKISTEIDEN BEILTY KERROS 2 TALOT A & B
			WTJAKAJIAT 158
BRAVIDA		SAAKALU LVI	TYÖN 1003
		PIIKIIN 102	PIIKIIN 102
		PIIKIIN 22.3.2017	PIIKIIN BÜRJE HÄGGBLOM



K.O.S.A	EDRTTEI/TILA	TONTTU/RNo	VIIRAIMMAISTEN MERKINTÖJÄ	
NÖRRMÄLM	20	5	PIRUSTUSLAI	JAKS.No
RAKENUSKOHTEENFIDE			VESI- & VIEMÄRIJÄRJESTELMÄ	1
UUDISRAKENNUS				
RAKENUSKOHTEEN NIMI JA OSIETE			PIRUSTUKSEN SISÄLTÖ	MIITTAAAVAT
SKATAGARDEN			1 KERROS ASUNNOT C1 & C2	1:50
JAKOBSGATAN 22				
68600 JAKOBSTAD				
BRAVIDA	SUUNNALA	TYÖ No	PIR.No	NUUTOS
	LVI	1003	101	
	PÄIVÄYS	YHT.HENK.		
	22.9.2017	BÖRJE HÄGGBLÖM		



K.O.Sä NORMMALM	KÄITTELYTILA 20	TUNTI/ÖÖN 5	VÄRKÄÄSTÖN HÖRÖNTYÖN	
RAKENNUSOHJEIDEN UUDISRAKENNUS			PIIRUSTUSLAJI ILMASTOINTIJÄRJESTELMÄ	ARKS.No 1
RAKENNUSKOHTIEN NIMI JA OsoITE SKATAGARDEN JAKOBSGATAN 22 68600 JAKOBSTAD			PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ 1 KERROS ASUNTO C1	MITTAKAAVAT 1:50
BRAVIDA			SUUNNITTELAJA LVI	TYÖ No 1003
			PIIR.NO 301	HUUTOS
PÄIVÄYS 26.9.2017			YHT.Henkilö BÖRJE HÄGGBLÖM	